DIVERSIFICACIÓN 2017

XIV Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados.
XXIII Congreso Latinoamericano de Malezas
III Congreso Iberoamericano de Malezas

MEMORIAS

CONFERENCIAS MAGISTRALES

BIOMASS ENERGY: A STEP TOWARDS ECONOMIC & ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN INDIA

ENERGÍA DE BIOMASA: UN PASO HACIA LA SOSTENIBILIDAD

[1]Narendra Mohan & [2]Anoop Kumar Kanaujia

National Sugar Institute, Kanpur, Uttar Pradesh, India
E-mail: director.nsi@gmail.com, Phone No.: +91 9415125104

Abstract
India is the second largest producer after Brazil producing nearly 15 and 25 % of global sugar and sugarcane respectively and is the top most consumer of the sugar in the world. The sugar industry which encompasses more than 530 operating sugar mills, 175 integrated distilleries and 250 co-generation plants is faced with a reality that sugar, molasses and bagasse can no longer be regarded as final product from sugar industry and thus, value additions, diversifications and transformations to be vigorously investigated as possible routes to new market and making sugar industry less dependent on single commodity i.e. sugar. The future of the sugar industry, as a whole, lies in development of sugarcane bio-refineries i.e. bio-electricity, bio-ethanol, bio-manure and chemicals etc.
Keywords: Biomass, Bio-ethanol, Bio-electricity.

Resumen
La India es el segundo mayor productor de azúcar y caña de azúcar, responsable del 15% y el 25% de la producción mundial del azúcar y cana , respectivamente .La industria azucarera agrupa más de 530 ingenios en operación, 125 destilerías anexas y 250 plantas de cogeneración y enfrenta la realidad de que el azúcar, las mieles y el bagazo, no deben apreciarse como productos finales, sino, como opciones de agregar valor, diversificar y transformar, que deben investigarse activa y profundamente, como rutas posibles a nuevos mercados, haciendo a la industria azucarera menos dependiente de una sola mercancía: el azúcar. El futuro de la industria azucarera integralmente descansa en el desarrollo de las biorefinerias de cana de azúcar, por ejemplo para generar bioelectricidad, bioetanol, biofertilizantes, productos químicos, etc
Palabras clave: Biomasa, bioetanol, bioelectricidad.

Introduction

Conventional sugar factories process sugarcane to obtain crystal sugar, molasses and energy co-products from bagasse. At present, only about 40% of the Indian sugar factories are carrying out power export to national grid, whereas, the number of ethanol units attached to sugar factories is still lower. Hence, the potential of value addition through better utilization of by-products even in the most common manner is not fully harnessed. Utilization of by-products even in the most generalized manner, thus, can not only perk up the financial health of the sugar industry but also in meeting the scarcity of power and ethanol for EBP programme, the green energy in either case.

The sugar industry across the globe is also required to work on the mandate developing “Wealth from Waste” or converting “Waste to Resource” utilizing anything which is available with sugarcane or is generated in one or other form of processing. Thus, for sustainability of the Indian sugar industry or sugar industry as a whole, it includes improvement in the sugarcane and sugar productivities, conversion from single-product to multi-product factory, optimizing cost of sugarcane processing, integration with food processing industry, utilization of huge infrastructure during off-season, adoption of hybrid system for power generation i.e. biomass: solar: wind power and finally conversion of existing sugar factories to bio-refineries [1].

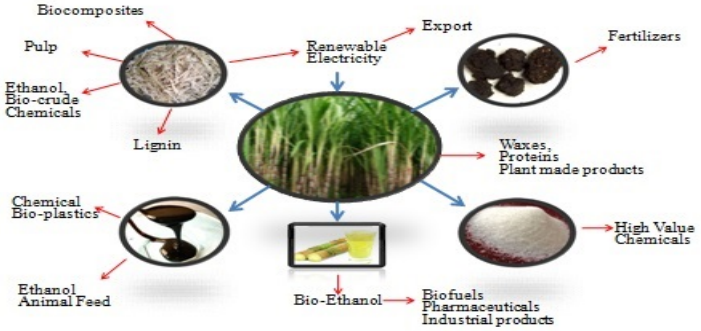


Fig.1 -Bio-Refineries

Bio-Electricity

Sugarcane is one of the most promising agricultural sources of biomass energy in India and elsewhere. Sugarcane produces mainly two types of biomass, cane trash and bagasse. Bagasse is usually combusted in boiler furnaces to produce steam for power generation but now is also being considered as an emerging & attractive feedstock for bio-ethanol production. Bagasse based co-generation is one of the most attractive and successful power projects that have already been demonstrated in many sugar factories in India.

Advantages of Bio-Electricity

Generating bio-electricity offers numerous benefits as; an abundant & renewable source and of high potential to substitute fossil fuels to meet energy demands of the country. It provides clean energy because of neutral emission of carbon dioxide (CO_2) [2]. It also helps sugar mills to meet 100% of their energy needs, furthermore, the opportunity to sell surplus electricity to grid. There is reduction of environmental pollution in relation to use of fossil fuels [3].The energy/emission savings in co-generation plants also generate Clean Development Mechanism (CDM) [4]. Further, it assists in modernizing the rural areas by promoting sustainable rural growth.

Indian Electricity Sector Scenario

The utility electricity sector in India had an installed capacity of 314.0 GW as on 31 December 2016. Renewable power plants constitute 50.0 GW i.e. 16% of total installed capacity, out of which, contribution of biomass based cogenerated power is 7.9 GW i.e. 15.9% of total installed Renewable Energy Sources (RES) capacity. RES include Small Hydro Projects, Biomass Power, Urban & Industrial Waste Power, Solar and Wind Energy.

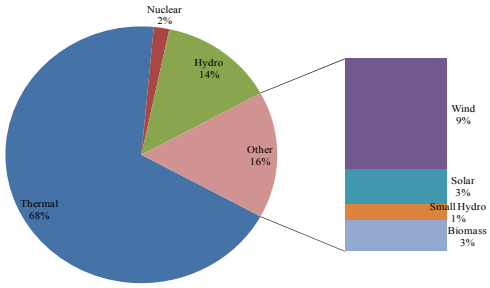


Fig. 2 -Installed Power Capacity in India as on December, 2016
Source: CEA Data 2016

During last five years, the installed biomass power capacity has increased by about 150% and is targeted to 10.0 GW by 2020, in which the bagasse based co-generated power can play a vital role.The current exportable energy from excess bagasse in sugar factories is about 3200 MW, which is 1.0% of the national

electricity generation, with only part of the sugar factories undertaking power export and also as only about one-third sugar factories out of 250 co-generating sugar factories have high pressure co-generation. With the availability of advanced co-generation technologies, sugar factories can harness the onsite bagasse resource to go beyond meeting their own energy requirements and produce more surplus electricity for sale to the national grid or directly.

Potential of Power Export from Indian Sugar Industry

The potential of the sugarcane industry nationwide is estimated as around 10.0 GW that can be exported to the grid on the basis of power generation @ around 150 kWh per tonnes of cane processed using the latest commercially proven co-generation technologies. New technologies like steam parameters with extra high pressure & temperature configuration, modified design of fuel handling system and furnaces, higher blending of other biomass along with bagasse, improvements in pollution control devices and water treatment plants etc. have to be made to increase the potential to this level. The exportable power potential may be further increased by around 20% i.e. to 12.0 GW after installation of bagasse drying system [5].

Table I- Power Export Potential in Different Models of Co-Generation

Pressure (ATA)	Cane Crushed (MMT)	Bagasse Available (MMT)	Exportable Power (MW)	Power from Cane Trash (MW)	Total Exportable Power (MW)
67	273.68	79.37	3712.48	800	4512.48
125	273.68	79.37	8842.59	1500	10342.59

MMT Million metric tonnes

Presently direct-combustion technology to generate steam for production of electricity through condensing-extraction steam turbine (CEST) system is dominant, but the future is focused on the introduction of high-efficiency gasification combined-cycle systems [6]. The potential of power generation in such case may as high as 225-250 kWh per ton of cane as compared to 120-150 kWh through CEST system.

Bio-Ethanol

Global concern about climate change and the consequent need to diminish greenhouse gases emissions have encouraged the use of bio-ethanol as a gasoline replacement or additive. Bio-ethanol may also be used as raw material for the production of different chemicals, thus driving a full renewable chemical industry. In recent years, energy consumption and global carbon intensity (the ratio between carbon emissions and energy supplied) have increased worldwide, reinvigorating worries about potential depletion of fossil fuel reserves. Such increase, accompanied by growing political instability in oil-producing regions, has instigated many countries to search for alternative forms of energy [7]. In most cases, this alternative source is renewable, since the CO_2 emitted into the atmosphere is recaptured by the growing crop in the next growth cycle. Ethanol from sugarcane is one of the most promising bio-fuels because its energetic balance is generally positive, meaning that the growing sugarcane absorbs more carbon than is emitted when the ethanol is burned as fuel.

Ethanol (EtOH) may be produced using sugarcane bagasse as raw material through the organosolv process with dilute acid hydrolysis, thus increasing ethanol production with the same cultivated sugarcane area [8]. With other techniques for producing cellulosic ethanol are in the process of commercialization, the area, however, requires in intensive study before adopting any technology on commercial scale with respect to economics of production and comparative advantages between power generation viz-a-viz EtOH production. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) classified that sugarcane ethanol as capable of reducing green house gas (GHG) emissions by at least 50% compared to gasoline [9]. Roughly, one ton of

sugarcane biomass based on sugar, bagasse and ethanol output has an energy content equivalent to one & half barrel of crude oil [9].

Overview of Indian Alcohol Industry

India, at present, targeting ethanol blending @ 10% in petrol, produces it mainly by molasses route. The installed capacity of about 6250 million liters per annum ($3/4^{th}$ molasses and $1/4^{th}$ grain based) is grossly under utilized due to shortage of raw material i.e. molasses. Statistically, India produces about 3% and 1% of the world alcohol and fuel alcohol respectively. The conventional route, keeping in view the potential of overall alcohol production and its sector-wise demand, is estimated to cope up with EBP 5 only (i.e. approx. 1300 million liters per annum).

Table II -Molasses and Estimated Alcohol Production Potential

Considering 5% diversion of molasses for export, cattle feed, other uses and wastage/deterioration etc. and assuming an average realistic yield of alcohol @ 235 liters/ton of molasses (considering average Total Reducing Sugar Content as approx. 47.5)

Sugar Season	Total Molasses Production (million tons)	Molasses Available for Alcohol Production (million tons)	Estimated Alcohol Production Potential (million liters)
2012-13	11.74	11.15	2621.9
2013-14	10.88	10.32	2429.5
2014-15	12.48	11.85	2786.6

Alternate Feed Stocks for Alcohol Production

At the prevailing sugarcane prices and estimated yield of alcohol per ton of sugarcane, the proposition may not be viable. However, under the situation of excess sugar production, lower sugar prices and favorable market economics, its diversion or diversion of other process liquors e.g. secondary juice, filtrate juice or intermediate molasses may be considered. The diversion shall result into:

1. Better capacity utilization of the distilleries.
2. Variation on the ratio of sugar and ethanol produced according to the market, resulting in sugar price stabilization and coping up with the requirement of EtOH for EBP.
3. Sugar of better quality – no need to recycle molasses or juices of low purity and thus price premium over the produce

Potential of EtOH production may be harnessed by utilizing Cassava, Sugar Beet and Sweet Sorghum as available in different agro-climatic zones. As discussed earlier, more work shall be required to develop a cost effective, indigenous technology for production of EtOH from ligno-cellulosic material including bagasse. It may not be out of place to mention that vinasse/ spent wash, the effluent of ethanol production may turn out to be a key source of bio-energy either by transforming it into biogas (methane), which can be used as boiler fuel or after concentrating it in Multiple Effect Evaporators (MEE) and then to incinerate along with bagasse/coal/other bio-mass in an incineration boiler integrated with turbine to produce the bio-electricity [10].

Conclusion

As discussed, green energy is one of the most efficient ways to achieve sustainable development. Increasing its share in the world matrix will help prolong the existence of fossil fuel reserves, address the threats posed by climate change, and enable better security of the energy supply on a global scale. Most of the “new renewable energy sources” are still undergoing large-scale commercial development, but some technologies are already well established. These include sugarcane ethanol, which, is a global energy commodity that is fully competitive with motor gasoline and appropriate for replication in many countries.

In the near future, the bio-refinery concept of complete utilization of sugarcane biomass will become a pivotal element for a sustainable sugarcane industry. An industry that produces liquid fuels, electricity and commodity chemicals from a renewable source in regional communities will contribute to all elements of the triple bottom line and should be considered a compelling vision.

References

[1] L. A. Edye, W. O. S. Doherty, and J. A. Blinco et al., "The Sugarcane Bio-Refienry: Energy Crops And Processes For The Production Of Liquid Fuels And Renewable Commodity Chemicals," in *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.*, 2005, vol. 27, pp. 9–22.

[2] S. Jenjariyakosoln, B. Sajjakulnukit, and S. Garivait, "Energy and Greenhouse Gas Emissions Reduction Potential of Sugarcane Field Residues Power Generation in Thailand," in *International Journal of Environmental Science and Development*, 2013, vol. 4, no. 2, pp. 182–186.

[3] T. C. Cannavam, W. F. Molina, and M. L. Cunali, "Energy Potential Of Sugar Cane Biomass In Brazil," in *Scientia Agricola*, 2000, vol. 57, no. 4, pp. 677–681.

[4] Anonymous, "Bio-Ethanol As Major Source Of Energy," in *National Development and Reform Commission (NDRC) http://www.hedon.info/docs*, 2007, pp. 1–15.

[5] A. K. Kanaujia and D. Swain, "Bagasse Drying - A Green & Efficient Solution To Significantly Meet Out Power Deficit In India," in *Proceedings of 11th Joint Convention of STAI & DSTA*, 2015, pp. 390–398.

[6] N. Mohan, J. P. Srivastava, and A. K. Kanaujia, "Bagasse Gasification - An Energy Efficient Option," in *Proceedings of 11th Joint Convention of STAI & DSTA*, 2015, pp. 399–405.

[7] L. A. Martinelli and S. Filoso, "Expansion Of Sugarcane Ethanol Production In Brazil: Environmental And Social Challenges," in *Ecological Applications*, 2008, vol. 18, no. 4, pp. 885–898.

[8] M. O. S. Dias, A. V. Ensinas, and S. A. Nebra et al., "Production Of Bioethanol And Other Bio-based Materials From Sugarcane Bagasse : Integration To Conventional Bioethanol Production Process," in *Chemical Engineering Research and Design*, 2009, vol. 87, pp. 1206–1216.

[9] Anonymous, "Renewable Energy Brazil," in *PWC https://brazilianchamber.org*, 2013.

[10] P. Patel and S. Gaikwad, "Spent Wash Incineration Technology For Sugar & Distillery Sector To Achieve Zero Liquid Discharge," in *Proceedings of 11th Joint Convention of STAI & DSTA*, 2015, pp. 788–798.

"AZÚCAR", EL VILLANO DE MODA EN MÉXICO.
Y LA DIVERSIFICACIÓN……..CUANDO?

Manuel Enríquez Poy
poymanuel@prodigy.net.mx

RESUMEN

Diariamente escuchamos por la radio, TV y periódicos, campañas en contra del consumo de sacarosa, tratando de convencer que este es el mayor peligro para la salud, causante de obesidad y otros males; sin dejar de señalar el impacto que su consumo desmesurado tiene, es preciso denunciar que otros carbohidratos junto con los jarabes fructosados de maíz, han venido incidiendo en la dieta de nuestros connacionales. El gran problema se deriva del bajo valor comercial del azúcar, utilizado como ingrediente en infinidad de productos de mesa.

En el cuerpo del trabajo se hace un recuento histórico sobre las experiencias que en nuestro país se han tenido con el aprovechamiento de los derivados de la gramínea (muchos de ellos cancelados hoy en día); punta de lanza para detonar nuevamente el desarrollo integral y racional de la caña de azúcar; evitando cometer los yerros que anularon tales iniciativas en el pasado. Es preciso replantear el concepto de ***proceso flexible*** para proporcionar valor agregado a la otrora materia prima, hasta la obtención de productos terminados. Para esto último, será menester trabajar intensamente en la reducción del costo de producción y la promoción de alternativas con base en la maximización de ingresos.

Palabras clave***: coproductos, proceso flexible, campañas negativas, diversificación, reducción de costos***

ABSTRACT

Every day we are hearing about the impact in health for sugar consumption, principal cause of obesity and other disease, without clear cientific evidence, disturbing the consumers habits. The problema is excess of sugar shadowed in many comertial products. In our case, the high fructose corn syrup is the principal problema related with health (fat liver), used principally in soft bottled drinks.

In this paper it´s include a brief history of the industrial development of coproducts from sugar cane (many of them cancel today); reference to avoid try again use the same way for a new projects, promoving the complete and rationality explotation of cane. Now it´s necesary to call to use the concept of **flexible process** in order to give added value to raw material until final products. Of course, will be necesary hard work in the area of production cost to improve benefits fur the mil

Key words: ***coproducts, flexible process, negative campaigns, diversification, cost reducction***

INTRODUCCIÓN.

A pesar de llevar casi cinco siglos a cuesta, todavía hoy se sigue cuestionando el impacto de la ingesta de este fundamental carbohidrato en la dieta diaria, pretendiendo demostrar posibles afectaciones a la salud, sin fundamento más allá del consumo en exceso, enmascarado precisamente en su empleo como ingrediente en gran cantidad de productos comestibles, debido a su bajo costo comparativamente con otros insumos.

De unos años a la fecha, las campañas en nuestro país en contra de la sacarosa han sido en verdad dramáticas, asociando maniqueamente su consumo a graves problemas de salud, principalmente en infantes: ***obesidad, diabetes, caries e hiperkinesis,*** entre otros. En todo caso, tal y como se señala arriba, la ingesta excesiva enmascarada en productos terminados, principalmente refrescos y otras golosinas impone hábitos de consumo lesivos para la salud.

Con la aparición hace ya varias décadas de los denominados edulcorantes hipocalóricos, se ha pretendido afectar a esta primerísima agroindustria de nuestro país, desvirtuando su contribución histórica como fuente aportadora de energía metabolizable, y también generadora de gran cantidad de empleos, sobre todo en regiones económicamente deprimidas de nuestra geografía.

Actualmente la producción del carbohidrato oscila alrededor de los seis millones de toneladas métricas @99,4 POL, teniéndose que exportar más de millón y medio de toneladas métricas, debido a la importación subsidiada en el norte de similar cantidad de los denominados ***jarabes de maíz de alta fructosa HFCS***, producido a partir de maíz, con afectaciones documentadas a la salud (hígado graso principalmente). Este novedoso engendro, desarrollado con procesos biotecnológicos a partir de la enzima ***glucosa isomerasa***, apareció en México a partir de 1994, precisamente con el hoy controversial Tratado de Libre Comercio de Norteamérica NAFTA.

Los otros luchadores en el tablero de los endulzantes (hipocalóricos), vienen entrando con gran enjundia, aunque consideramos lo abandonarán con igual rapidez, puesto que día con día se va demostrando que ***el consumo racional de la sacarosa*** es insustituible y segura.

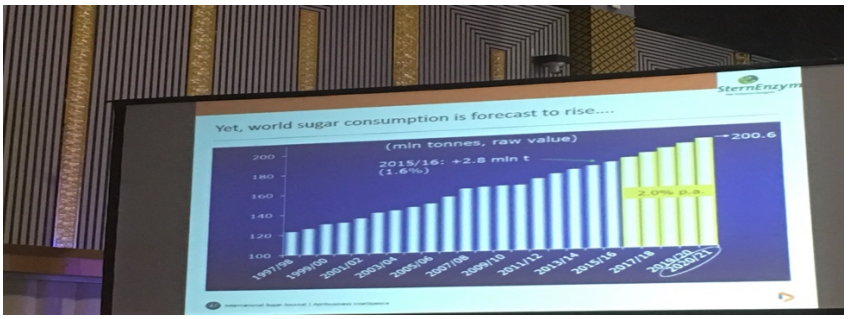
figuras 1 y 2 edulcorantes

Rafael Alvarez Cordero, académico de la Facultad de Medicina de la UNAM, considera que no hay suficiente educación en salud y que la población no le da importancia al peso excesivo como antecedente de enfermedades. La ignorancia es la primera causa de la obesidad en México(1)

Ante tan magro panorama, la agroindustria de la caña ha venido transitando por etapas difíciles, dado que los costos de producción (agrícola e industrial) se han incrementado enormemente, con grandes fluctuaciones de precios que han provocado ciclos sucesivos de estatización y privatizaciones. Este sector, eminentemente rural, está indisolublemente ligado a decisiones políticas que alteran necesariamente su sano desarrollo, provocando paradójicamente la falta de una política coherente que le de certidumbre a los actores, a pesar de contar con una legislación específica para la caña de azúcar.

No obstante todo lo anterior, el potencial productivo alcanzado (cerca de 7 millones de toneladas métricas en el año 2013), augura una rápida salida al atolladero en que se haya sumida; debiéndose atacar principalmente el impacto de los elevados costos de producción, y la garantía

de un mercado doméstico ordenado que pondere el consumo nacional equilibrado y la transformación racional de la gramínea para otros fines distintos al alimentario.



Tendencia de consumo de azúcar en el mundo
Figura 3 proyección precios azúcar

MATERIALES Y METODOS

Y la Diversificación…….cuando?

De una rápida revisión histórica relacionada con el aprovechamiento de los derivados de la caña de azúcar en estas latitudes, se coloca México como uno de los países con mayor desarrollo industrial a partir de los diferentes coproductos generados en el proceso principal: ***bagazo, mieles, cachaza y agua***; aunque paradójicamente, en la actualidad son bien pocos las experiencias que han subsistido.

Ante un escenario de gran incertidumbre como el actual, donde los grandes productores del dulce saturan los mercados reduciendo los precios, la creatividad implícita en este ancestral cultivo debe ser el acicate para desarrollar esquemas flexibles de producción que garanticen el ingreso necesario para la renovación de cepas, ofertando diferentes opciones productivas además del tradicional.

Se impone antes que nada, la reestructura del campo cañero hoy envejecido, pues sin materia prima disponible, muy poco se puede esperar para explorar otras opciones de desarrollo y diversificación. Por otra parte, cada vez con mayor frecuencia se confrontan serios problemas para asegurar continuidad en las labores de cosecha, dada la imposibilidad de asegurar personal para el corte manual; sin posibilidades reales de impulsar la mecanización en gran escala dada la topografía imperante en muchas regiones cañeras.

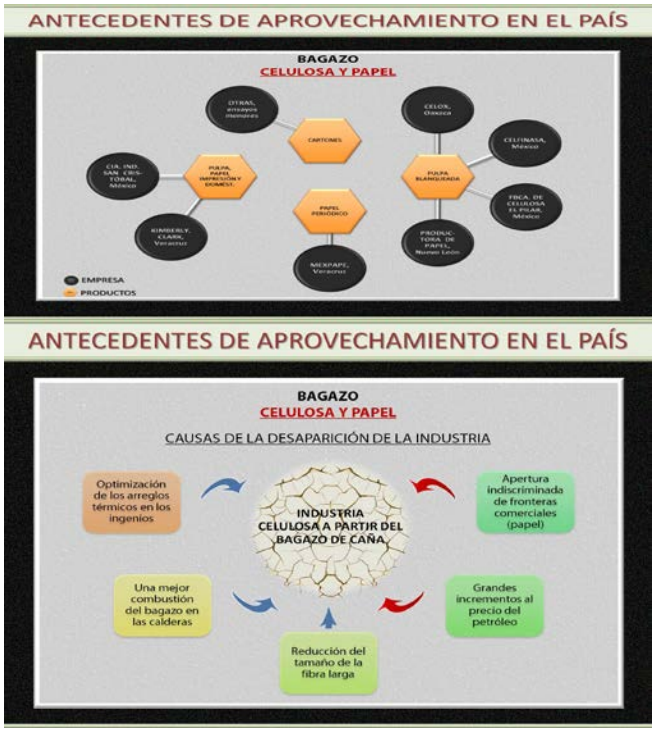
Del análisis retrospectivo con las experiencias de aprovechamiento de los derivados, resaltan las siguientes (2):

BAGAZO.

- **Celulosa y papeles**.
    - Proyecto cancelado desde hace más de una década por la falta de rentabilidad del trueque calorífico entre: ***fibra apta y seca / combustóleo***. Diversos ingenios en

Morelos Oaxaca y Veracruz, aportaron la materia prima para varias fábricas en diferentes estados de la república.

- ***Por cada tonelada de FAS "fibra apta y seca", el ingenio recibía:***
  372 litros de combustóleo + U$ 12.50 (premio)



figuras 4 y 5 aprovechamiento bagazo

- **Furfural**
  - Problemas asociados al costo de producción / importación y a la contaminación de los residuos anuló esta importante iniciativa desarrollada en el ingenio Xicotencatl, hoy Aarón Sáez, localizado en Tamaulipas.

- **Cogeneración**.
  - Entendida como venta de excedentes de energía eléctrica; actualmente la realizan seis ingenios con ofertas desde 2 hasta 20 MWh a través de la red pública nacional. Seis ingenios han instalado plantas interconectadas con la red pública de conducción.

- **Tableros aglomerados**
  - Dos iniciativas sin mayor trascendencia (Quesería, Colima y La Primavera, Sinaloa);
- **Carbón activado**
  - Experimentos a nivel piloto, San Cristóbal, Veracruz

- **CO2**
    - Recuperación de los gases de combustión. Aplicado en un proceso de carbonatación en la refinería del ingenio Rosales en Sinaloa.
- **Alimento animal**:
    - Bloques nutrimentales. PRONUGA, STIAASRM
    - (Bagazo Hidrolizado + melaza + urea). El Refugio, Oaxaca
- **Hongos comestibles (pleorotus ostreatus)**, El Refugio, Oaxaca; Universidad Veracruzana.
- **SHBD. Sustrato humectante de baja densidad**, patente del IPN y Central Motzorongo, empleado en sustitución del pitt moss importado. Empleado mayormente para posturas forestales.

MELAZA / MIELES RICAS

- **Alcohol etílico @ 96 GL**. Se tuvieron en producción cerca de 30 pequeñas destilerías con una producción máxima de 110 millones de litros al año. Hoy solamente operan cinco dentro de ingenios con producción aproximada de 30 millones de litros.
- **Etanol (alcohol anhidro).** Solamente existen dos plantas con columna deshidratadora (La Gloria y San Nicolás), Veracruz; el destino de este producto está orientado principalmente hacia las industrias de bebidas, perfumería e uso industrial.

  NOTA: Externamente a los ingenios existen instaladas en operación varias destilerías que operan con jugo clarificado como materia prima (sin producción de azúcar); estimándose en aproximadamente 60 millones de litros la producción anual.

  Otras dos plantas industriales (destilerías) se encuentran sin operar desde hace varios años en Tuxtepec, Oaxaca (caña) y Destilmex, Sinaloa (maíz)

- **BEBIDAS ESPIRITUOSAS**.
    - **RON**. La experiencia más significativa se tuvo en el ingenio El Potrero, con un ron del mismo nombre, producido hasta la década de los 90´s del siglo pasado.
      La marca del murviélago mantuvo en operación hasta hace unos años una destilería en Puebla, empleando melaza de los ingenios vecinos
      En la actualidad, el ingenio La Gloria está produciendo esta bebida con su nombre comercial.
      Existen otras destilerías y/o mezcladoras de bebidas alcohólicas fuera de los ingenios, mismas que producen diversos productos comerciales a partir de melaza.

- **AMINOÁCIDOS**
    - L-lisina. Fermex, Veracruz, operó hasta principios de este siglo
    - Glutamato monosódico. Fermex, Veracruz, mismo caso anterior

figura 6 enmiendas orgánicas

- **LEVADURA SACHAROMICES**. SAFMEX, Edo. De México; FERMEX, Veracruz, La FLORIDA, México y A:B:MAURI, Veracruz. Operan con gran éxito comercial, tanto para el mercado doméstico, como para exportación
- **ALIMENTO ANIMAL** (ver BAGAZO)

figura 7 alimento animal

- **MELACON.**
  - **MELADURA INVERTIDA**. Oacalco, Morelos y El Refugio, Oaxaca. Este material concentrado @ 80 Bx, se destinó exitosamente para la producción de L-Lisina y Glutamato monosódico; repercutiendo significativamente en una importante reducción del impacto contaminante de los residuales; estos fueron concentrados hasta 60 / 70 Bx, empleándose como fertilizante líquido aportador de materia orgánica (5,000 l/Ha)
  - **COMPLEMENTO ALIMENTACIÓN APÍCOLA**. Ante la insuficiente floración en la región del Estado de Morelos, la secretaria de ganadería implementó hace años un programa de sustitución de azúcar por miel invertida con gran éxito: Con el cierre de este ingenio a finales del siglo pasado, se suspendió tal iniciativa.
- **MIEL "B".**
  - Material empleado en sustitución de (melaza + azúcar) para la producción de aminoácidos en general. Central Motzorongo, Veracruz; la comercialización se estableció a través del empleo de la ***fórmula SJM***. Actualmente se prueba para elaboración de levadura para panificación.

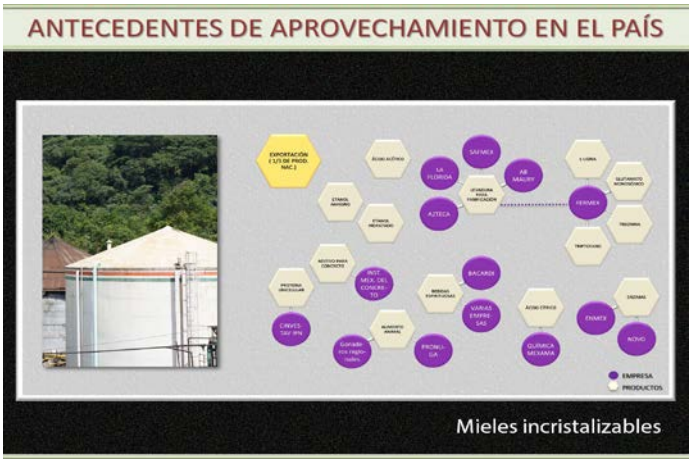


figura 8 industrialización mieles

CACHAZA

- **COMPOST**.
  - El empleo tradicional como mejorador de suelos, ha venido modificándose hacia la elaboración de COMPOST, normal y enriquecido, en gran cantidad de zonas cañeras.

figuras 9 a 11 Producción de compost

- **BAGACETAS.**
  - C. Motzorongo, Veracruz. Recipiente formado por bagazo y compost para sustituir bolsas de plástico para posturas de cualquier vegetal, llevando implícito el abono al enterrarse.

figura 12 productos moldeados

AGUA

- Sin duda el mayor coproducto de la caña, se experimentó su reutilización para consumo humano (condensados mineralizados) en C. Progreso y C. Motzorongo. La competencia con empresas embotelladoras resulta sin duda un escollo a vencer.

figura 13 agua vegetal

ACIDO CÍTRICO

- Química Mexama, Morelos. Hasta hace una década esta planta lo producía a partir de azúcar estándar principalmente.

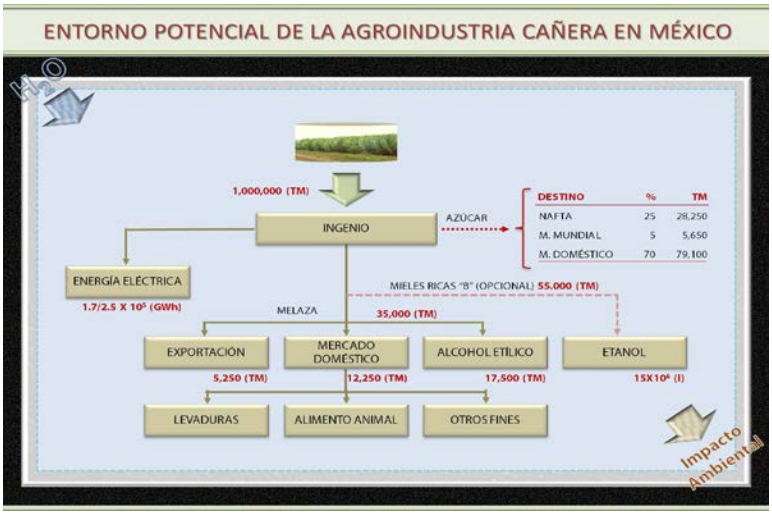
ÁRBOL DE LA CAÑA

- Este proyecto realizado a partir del descortezado de la caña, fue implementado sin éxito comercial en el Ingenio La Purísima, Jalisco. La iniciativa se retoma en escala piloto (1 tonelada de caña por hora) en El Refugio, Oaxaca; habiéndose obtenido un jarabe concentrado @ 70 Bx, como ingrediente en la elaboración de jugos. El proyecto no pudo escalarse a nivel industrial, debido a la aparición de los jarabes de maíz con elevada concentración de fructosa, subsidiados en el norte.

figura 14 descortezado

HACIA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO INTEGRAL (3)

Con todo este cúmulo de información, aunado a las experiencias reportadas en otros países, tendremos necesariamente que delinear una nueva ruta para optimizar los aprovechamientos agroindustriales de la caña de azúcar de manera racional y sostenida, en un tablero con jugadores de diverso calibre, con oportunidades para todos, aprovechando la gran fortaleza de nuestro cultivo, ***energía renovable.***



figurs 15 potencial agroindustrial

OBJETIVOS

- Revitalizar los campos cañeros (volteo de cepas) e incorporación de variedades con potencial de producción de sacarosa y/o fibra, según convenga "***balance varietal"***
- Aumentar rentabilidad del cultivo de la caña, mediante la reducción del costo agrícola (gastos de cosecha mayormente)
- Asegurar estimados de caña moledera acorde con la capacidad instalada (>90%)
- Determinar los balances de materia y energía apropiados para la capacidad nominal de molienda.
- Determinar la capacidad nominal de la planta de cogeneración con base en la disponibilidad propia de bagazo como combustible. Asegurar el manejo y almacenamiento de un excedente del coproducto para amortiguar posibles causas de fuerza mayor (lluvias y paros extraordinarios)
- Con base en la molienda de caña y el balance de materiales, establecer capacidad de la destilería de alcohol, considerando:
    - Destinar parte del jugo a las tinas de fermentación
    - Enviar mieles ricas "B"
    - Enviar melaza residual

  NOTA: Como mero ejemplo especulativo, tomando en cuenta la capacidad total de los equipos de proceso instalados para azúcar, la supresión del trabajo de los tachos de "C" de (crudo/estándar) repercutiría como sigue:

  Por cada tonelada de miel "B" @ 55 de pureza:
    - Se dejaría de producir aproximadamente (0.22 toneladas de azúcar @99.4POL)
    - Se dejaría de producir aproximadamente (0.68 toneladas de melaza)
    - Se produciría cerca de 300 litros de alcohol
    - Los ahorros en el proceso serían:
        - < Cantidad de envases
        - < Consumo de combustible (vapor no consumido)
        - < Consumo de productos químicos
        - Ahorro en maniobras, envase, almacenamiento y flete de azúcar no producida
        - Adicionalmente, se agilizaría significativamente el proceso al no recircular materiales con baja pureza.
        - Mejora en la calidad del azúcar obtenido
        - Aumento del ritmo de molienda horaria

  Se estima que los ahorros ascienden aproximadamente entre (8 / 12) U$/tm azúcar
- Al reducirse la demanda de energía térmica al proceso (supresión templas "C"), se economizaría bagazo, mismo que pudiera emplearse optativamente para:
    - Aumentar ciclo de operación planta cogeneración
    - Destinarlo para otros fines (materia prima para distintas industrias)
- Confeccionando una matriz "económico – productiva", y fijando posibles precios de venta para cada producto, se establecerían reglas claras para determinar con toda oportunidad:
    - Producción normal de azúcar y melaza

- Producción parcial de azúcar, destinando complemento del jugo para producir alcoholes con diferentes calidades
- Mismo caso anterior, destinando mieles “A” y/o “B” para otros procesos

Evidentemente, para esto último, se tendría que establecer una nueva base de cálculo para el pago de la caña, de acuerdo con el destino final de los materiales intermedios; o bien, desarrollar una fórmula dinámica que cuantifique el % de azúcares totales (cristalizables e invertidos)

La clave para lograr la flexibilidad de los procesos productivos dependerá de:

- Contar con un sistema rápido de información de mercados
- Aceptación tácita del personal empleado para cambiar de categoría
- Manejo flexible de las corrientes internas de materiales y almacenamiento de los mismos.

IMPACTO AMBIENTAL

Desafortunadamente, el grueso de las transformaciones industriales atrás señaladas, confrontan el reto de reducir el impacto ambiental (agua, aire, suelo y ruido); situación que en nuestro medio se agudiza cada vez mas, por las medidas de control de emisiones y descargas que impone la autoridad ambiental. Como ejemplo de esto último, la SEMARNAT Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, ha culminado trabajos para establecer una norma oficial mexicana NOM para el control de las emisiones de los gases provenientes de la combustión de bagazo de caña en ingenios; instrumento normativo que pretende fijar parámetros económicamente incumplibles en la actualidad, en virtud del nivel tecnológico de los generadores de vapor en operación.

	miligramos/m3	
PARÁMETRO	**EQUIPO EXISTENTE**	**EQUIPO NUEVO**
CO	**<500**	**<500**
Nox	**<650**	**<(150 / 300)**
SO2	**<200**	**<200**
PARTICULAS PM2,5	**< 3500**	**< 50 / 150**

Tabla 1

Sin pretender soslayar de modo alguno las repercusiones que dicha combustión tiene en la salud de las poblaciones aledañas, no menos cierto es que el monto de inversión requerido para acercarse al cumplimiento de las cifras objetivo, van de la mano de la instalación de nuevas plantas de cogeneración (calderas de alta presión y temperatura, con separadores electrostáticos).

Por lo que toca al desalojo de vinazas y su posterior tratamiento, se requerirá fortalecer los sistemas con biodigestores (algunos en operación en destilerías externas, y en plantas productoras de levaduras) y su desalojo controlado como fertirrigador en campos alternadamente.

PERÍODO DE RECESO (TIEMPO MUERTO)

Este quizás sea el reto más formidable para acometer, puesto que los ingenios en nuestra región operan escasamente seis meses durante la zafra, generando un sobrecosto por el mantenimiento correctivo que por costumbre se viene realizando. Cualquier nueva inversión se recuperaría en el doble de tiempo (ciclos de zafra).

OTRAS ALTERNATIVAS EN DESARROLLO

- **PRODUCCIÓN DE CELULOSA Y PAPEL.**
  - Con la mayor eficiencia de los esquemas termodinámicos implantados, aunado a una aparente oferta de gas natural, se abre la posibilidad de retomar la producción de celulosa a partir de bagazo de caña, mediante la implementación de un ciclo combinado "Brayton – Rankine", instalando turbinas de gas y calderas de recuperación para generar la energía térmica que el proceso principal demanda.
  - La suma del tonelaje de bagazo excedente de una región complementaría los requerimientos de materia prima (bagazo), estableciéndose un precio de indiferencia que posibilite su aprovechamiento
- **GASIFICACIÓN**
  - Esta iniciativa representa uno de los mayores potenciales que tiene la industrialización de la caña de azúcar (generación de gas de síntesis y otros biocombustibles de origen biológico). En la universidad Nacional Autónoma de México UNAM, se experimenta en una planta con diversas biomasas vegetales.

figura 16. Gasificación

CONCLUSIONES

¿CUÁNDO CONVIENE DIVERSIFICAR?

Antes que nada, será menester analizar el comportamiento de los precios del producto principal (azúcar) en los diferentes mercados, tratando de establecer proyecciones con base en estadísticas confiables de producción y de clima, siempre considerando que:

¡La fortaleza comercial la da el mercado doméstico!

La generación de excedentes exportables y los precios de venta deberán compararse con los ingresos potenciales alcanzados con la venta de productos derivados, considerando siempre el valor agregado a los mismos, para maximizar alcances comerciales con producciones flexibles; siempre asegurando el abasto local del dulce.

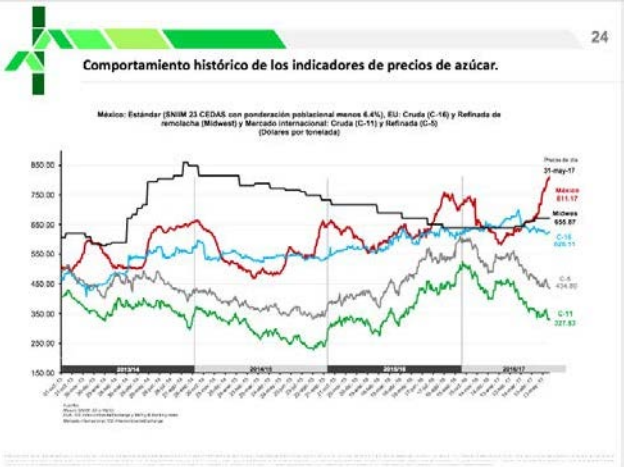


figura 17 comportamiento de precios

ACCIONES PRIORITARIAS A DESARROLLAR

- Recuperación del agro cañero:
    - Áreas de temporal (secano):
        - Incrementar de 40 a 70 t/ha el rendimiento promedio
            - Debajo de este rendimiento, se deberá voltear la cepa
    - Áreas de riego:
        - Asegurar un rendimiento mínimo de 85 t/ha
    - Área total:
        - El rendimiento promedio considerando (80% temporal y 20% riego), debe oscilar sobre las 70 t/ha. Cuidando siempre la composición varietal y garantizando incremento de sacarosa por hectárea cosechada.
- Reducción significativa del costo agrícola:
    - La mayor incidencia del costo radica en los gastos de cosecha y transporte al ingenio (capacidad de carga unitaria)
    - Aplicación de agroquímicos y fertilizantes
    - Utilización de abonos orgánicos (residuales del proceso):
        i. El empleo de compost elaborado con cachaza, cenizas y bagazo tiene actualmente un costo de producción que fluctúa entre 35 y 38 U$/tm; comercializándose en U$ 25/tm. Aunque estas cifras infieren un quebranto económico, aminoran grandemente el impacto ambiental y previene sanciones económicas al ingenio.

ii. Para lograr el equilibrio financiero, se está estudiando la manera de revalorar el abono mediante la incorporación de otros nutrientes, para ofertarlo con un precio mayor; sin perder de vista que la restitución de materia orgánica al suelo debe ser tarea prioritaria en cualquier cultivo intensivo.

Una vez asegurado el abasto (cantidad y calidad), el trabajo de transformación industrial debe ser tarea permanente para optimizar la obtención de los recursos potenciales. La tarea se puede resumir en tres grandes objetivos:

- ***Eficiencia en fábrica (reducción de pérdidas de POL***
- ***Disminución del tiempo perdido***
- ***Racionalización consumo energético (generar sobrantes de bagazo y energía)***

En virtud que la mayoría de nuestras plantas industriales presentan fuerte atraso tecnológico, se dificulta la incorporación de esquemas tecnológicos avanzados; sobre todo, de corte energético. El ciclo Rankine escalonado, procurando la electrificación parcial de algunos accionamientos se antoja recomendable para lograr la racionalización del consumo de energía en etapas, garantizando excedentes de biomasa cada vez mayores.

Reducción de*:* ***550 kg de vapor / tonelada de caña a 400 kg de vapor / ton. Caña***

Indiscutiblemente, la cogeneración con venta de excedentes de energía eléctrica es el proyecto mas rentable hoy en día, apuntalado con el esquema novedoso de los ***certificados de energía limpia CEL***; mercado nacional similar al de los bonos de carbono.

figura 18 Reclamador de bagazo a calderas

CAMPO: CAÑA --- INGENIO: MOLIENDA ---CALDERAS: BAGAZO—COGENERACIÓN:E.ELÉCTRICA
500 TCH 500*0.27 %BAG =135 TBH (2.2kg vapor/kg bagazo) 300 t/h vapor
CAPACIDAD NOMINAL APROX. CALDERAS 250 t/h. TURGOGENERADOR: 45 MW

CICLO COMBINADO

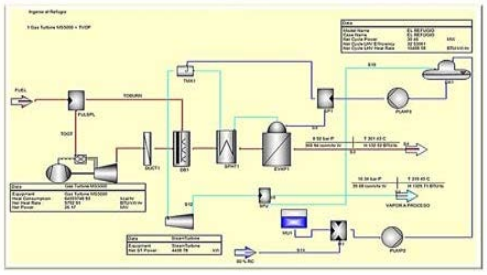


figura 19 ciclo combinado

Por otra parte, tal como fuera señalado líneas atrás, ***el manejo de materiales intermedios es la clave para detonar otros proyectos de inversión; o bien, apuntalar algunos ya existentes***.

Para lograr retomar la iniciativa perdida en torno al aprovechamiento de los derivados de la caña, se requiere no cometer los errores del pasado, arriesgando los procesos productivos para darle valor agregado a los materiales, pasando de ser simples suministradores de materia prima a elaboradores de producto terminado.

figura 20 alter agroindustria

REFERENCIAS

(1) Alvarez Cordero Rafael. La primera causa de obesidad en México es la ignorancia. Revista AMIAME año XXX, Vol 19 Número 95, enero/marzo 2017.

(2) Enríquez Poy Manuel. Encuentro: Diversificación del uso de la caña de azúcar. Marzo 2017

(3) Enríquez Poy Manuel. Impulsando el crecimiento, el potencial de la cadena de valor de la caña de azúcar en México. F.O.Licht. Ethanol Latin América.

Organización International del Azúcar

ISO

La Inversión en el Azúcar
Realidad, tendencias y desafíos

XIV Congreso Internacional Sobre Azúcar y Derivados

Diversificación 2017

La Habana, 26-30 de Junio 2017

José Orive
Director Ejecutivo, Organización International del Azúcar

En el 2012 la OIA realizó un estudio exhaustivo sobre inversiones directas en el sector azucarero, incluyendo fusiones y adquisiciones

- **Inversiones extranjeras Brazil**
- **AB Sugar en Africa del Sur**
- **Mitr Phol y Wilmar en Asia**

BRASIL

AFRICA & CHINA

SUGAR ILLOVO LIMITED

ABSugar

ASIA & AUSTRALIA

MITR PHOL GROUP

wilmar

Los factores principales eran:

1. **Búsqueda de mayores eficiencias a través de economías de escala**
2. **Reducción de costos de producción**
3. **Integración producción/refinamiento**
4. **Presencia geográfica**

CAMBIOS

Desde finales del 2012 se han observado cambios en las inversiones, generados por merma de los precios en el mercado mundial y contracción de márgenes de ganancia.

La reacción no ha sido homogénea y siguen habiendo instancias donde los consorcios internacionales continúan enfocando a la integración de operaciones en la cadena de suministros.

En octubre 2016 desarrollamos un estudio sobre inversiones, fusiones y adquisiciones

Inversión extranjera directa y fusiones y adquisiciones en la industria mundial del azúcar

Octubre 2016

MECAS(16)17

International Sugar Organization

Organización Internacional del Azúcar

2012-presente

Los principales rasgos que se han identificado son los siguientes:

1. **Merma en Brasil, quiebras e insolvencias financieras**

2. **Consolidaciones en Europa a la luz de reforma oct/2017**

3. **Proyectos de desarrollo en África, avances intermitentes**

4. **Actividad sector caña en China**

5. **Acciones en Latinoamérica y el Caribe**

Para poder analizar mejor estos movimientos, se resumirán los aspectos más relevantes de la siguiente manera:

1. **Actividad en el sector de la caña.**
2. **Actividad en el sector de la remolacha.**
3. **Refinerías y otras compañías**
4. **Comercializadores**
5. **Asia y Africa**
6. **América Latina y el Caribe**

SECTOR DE LA CAÑA

COFCO AGRI

TULLY SUGAR

noble agri

7 SUBSIDIARIAS EN CHINA

GRUPO GUANGDONG HENFU

Mackay Sugar

MANILDRA: COOPERATIVA "SUNSHINE SUGAR"

INGENIO MOSSMAN

mayagüez energía en evolución

CASUR

SECTOR DE LA CAÑA

OMNICANE: INGENIO KWALE/KENIA
PROYECTO INGENIO GHANA, COGENERACIÓN SA

MITR PHOL: VARIOS INGENIOS EN VIETNAM y LAOS
INGENIO MSF/AUSTRALIA

SÃO MARTINHO:

INGENIO SANTA CRUZ

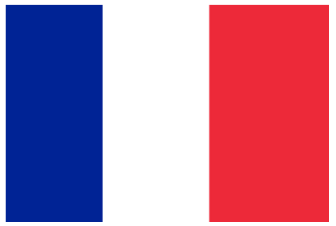
GRUPO SANTANDER:
INGENIO BELICE

COSAN: ALIANZA CON SHELL PARA FORMAR CONSORCIO RAIZEN

REMOLACHA

AB SUGAR: ILLOVO/AFRICA, INGENIOS CHINA

CRISTAL UNION/CRISTALCO: COOPERATIVAS VERMANDOISE & BOURDON, SFIR/ITALIA, BELLE/ALGERIA, VIRO/CROACIA



AGRANA: LEMARCO/RUMANIA, SUNOKO/SERBIA

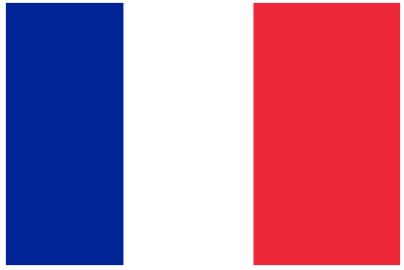
PFEIFER & LANGEN: FÁBRICAS/UCRANIA

REMOLACHA

KRAJOKA SPOLKA CUKROWA: FÁBRICA/MOLDAVIA

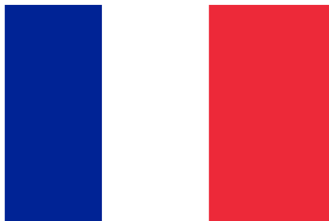
MICHIGAN SUGAR COMPANY: AMCANE SUGAR LLC

TEREOS: ACUCAR GUARANI/BRASIL, ZAHARUL LUDUS/RUMANIA, NAPIER BROWN/REINO UNIDO



REFINERÍAS Y OTRAS COMPAÑÍAS

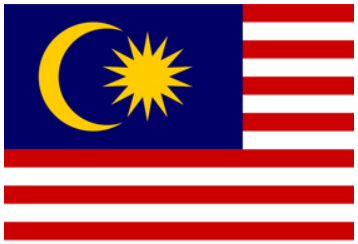
ALBIOMA: INVERSIÓN CONJUNTA COGENERACIÓN VALE DO PARANÁ/BRASIL



ASR: TATE & LYLE/REINO UNIDO, SFRI/ITALIA, BSI/BELICE, DOMINOS SUGAR, DIXIE

GRUPO HOANH ANH GIA LAI: INGENIO ATTAPEU/LAOS

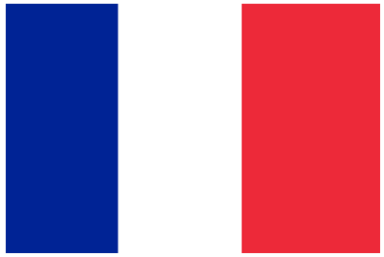
MSM: NUEVA REFINERÍA/MALASIA



COMERCIALIZADORAS

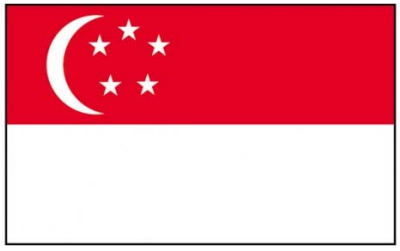
CARGILL: ALVEAN/EMPRESA CONJUNTA CON COPERSUCAR), USINA RUETTE/2 INGENIOS BRASIL

LOUIS DREYFUS: BIOSEV/13 INGENIOS GRUPO SANTA ELISA, IMPERIAL SUGAR/UAE, REFINERÍA ZHANGZOU/CHINA, REFINERÍA ANDALAN/INDONESIA



ED & F MAN: IANSA/CHILE, SIMBHAOLI/INDIA, CFG/UCRANIA

WILMAR: SUCROGEN/8 INGENIOS AUSTRALIA, COSUMAR/MARRUECOS, JAWAMANIS & DUTA/INDONESIA, SHREE RENUKA/INDIA, GREAT WALL/MYANMAR



OTRAS EMPRESAS DE RELEVANCIA

NORDZUCKER: AUGUST TÖPFER

SÜDZUCKER: ED & F MAN, SÜDZUCKER UK

(CON JAMES FLEMING CO.)

RAW: ALIANZA ENTRE WILMAR Y RAIZEN

ASIA

CHINA
MYANMAR
(Burma)
Hanoi
Luang
Prabang
Chiang Mai
Rangoon
LAOS
THAILAND
VIETNAM
Bangkok
Pattaya
CAMBODIA
ANDAMAN
SEA
Phnom Penh
Ho Chi
Minh City
GULF OF
SIAM
Phuket
Hatyai
SOUTH
CHINA SEA
Penang
MALAYSIA
Kuala
Lumpur
INDONESIA
Thailand
& Neighbor
Digital map by
Phukhao Advertising Hatyai-Phuket
free download at
www.Phukhao.com
SINGAPORE

ÁFRICA

GREECE
MALTA
TUNISIA
CYPRUS
LEBANON
ISRAEL
SYRIA
IRAQ
IRAN
JORDAN
KUWAIT
QATAR
MOROCCO
ALGERIA
LIBYA
EGYPT
SAUDI ARABIA
WESTERN SAHARA
MAURITANIA
MALI
NIGER
CHAD
SUDAN
ERITREA
YEMEN
SENEGAL
THE GAMBIA
BURKINA FASO
DJIBOUTI
GUINEA-BISSAU
GUINEA
BENIN
TOGO
NIGERIA
ETHIOPIA
SIERRA LEONE
COTE D`IVOIRE
GHANA
CENTRAL AFRICAN REPUBLIC
LIBERIA
CAMEROON
SOMALIA
UGANDA
EQUATORIAL GUINEA
KENYA
CONGO
GABON
DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO
TANZANIA
COMOROS
MAYOTTE (FRANCE)
ANGOLA
MOZAMBIQUE
ZAMBIA
MALAWI
ZIMBABWE
NAMIBIA
BOTSWANA
MADAGASCAR
SOUTH AFRICA

AMERICA LATINA

EL CARIBE

United States
North Atlantic Ocean
Gulf of Mexico
The Bahamas
Turks and Caicos Islands (U.K.)
Cuba
Cayman Islands (U.K.)
Haiti
Dominican Republic
Puerto Rico (U.S.)
Anguilla (U.K.)
Antigua and Barbuda
Mexico
Belize
Jamaica
St. Kitts and Nevis
Montserrat (U.K.)
Guadeloupe (Fr.)
Guatemala
Dominica
Honduras
Caribbean Sea
Martinique (Fr.)
St. Lucia
Barbados
El Salvador
Nicaragua
St. Vincent and the Grenadines
Aruba (Neth.)
Netherlands Antilles (Neth.)
Grenada
Trinidad and Tobago
Costa Rica
Panama
Venezuela
Guyana
North Pacific Ocean
Colombia
Brazil
Ecuador
0 200 400 Kilometers
0 200 400 Miles
Boundary representation is not necessarily authoritative.

¿QUE BUSCAN LOS INVERSIONISTAS?

EXPERIENCIA AZUCARERA

- **Campo**
- **Fábrica**
- **Investigación y Desarrollo**
- **Recurso Humano**
- **Infraestructura**

ELEMENTOS ESENCIALES PARA ATRAER INVERSION

- **Certeza Jurídica**
- **Estructura accionaria**
- **Acceso a insumos (maquinaria, agroquímicos, repuestos)**
- **Contratación de personal calificado y profesionales**
- **Tratamiento del Capital**

CUBA TIENE MUCHO POTENCIAL

- **Idealmente posicionada geográficamente**
- **Vasta tradición azucarera**
- **Clima favorable**
- **Personal capacitado**
- **Múltiples oportunidades**
- **Acceso a mercados para exportaciones**

Gracias

www.isosugar.org

CONFERENCIAS COMERCIALES

MEJORAS EN LAS PERFORMANCE DE MOLINOS UTILIZANDO TECNOLOGIA DE REDUCTORES PLANETARIOS MONTADOS EN FLECHA

SUGAR MILLING PERFORMANCE IMPROVEMENT WITH SHAFT MOUNTED PLANETARY DRIVES

Autores: Mohan Patil,[1] Giuseppe Pino De Vincenzo [2], Peter Kristensen[3]

1. *Manager Sugar Division and Africa Region Reggiana Riduttori srl Italy*
2. *Manager Business Develeopment Central America Reggiana Riduttori srl Italy*
3. *Director International Marketing Reggiana Riduttori srl Italy*

* e-mail: m.patil@reggianariduttori.it, pino@gdvtech.net, p.kristensen@reggianariduttori.it,

RESUMEN

Las performance de los molinos dependen de varios factores como geometria, preparacion de caña, tamaño mazas, carga del Molino, potencia disponible y otros elementos. En los ultimo años se han desarrollados nueva soluciones y tecnologias para mejorar extraccion, POL, humedad, capacidad TCD y para bajar el tiempo perdido. Todavia hay mucho espacio para mejorar las performance de los molinos existentes.

Tipologias y tecnologias de transmisiones son fundamentales para incrementar las performance de los molinos. Una adecuada seleccion de reductores, una correcta potencia instalada y flexibilidad son la llave para lograr mejores performance. Simultaneamente es importante reducir: tiempo perdido, costo de mantenimiento y de repuestos. En este trabajo presentamos soluciones tecnologicas inovativas de transmision para incrementar capacidad, eficiencia, flexibilidad y reducir consumo de energia.

Las soluciones instalada en Ingenios de Indonesia y de India muestran claramente una reduccion del 24% en potencia consumida y un incremento alrededor de 4.5% en extraccion Brix.

PALABRAS CLAVE: Transmisiones Molinos, Eficiencia, POL, Humedad, Extraccion, Reductores Planetarios

ABSTRACT

Sugar mill performance depends upon various factors such as mill geometry, cane preparation, mill size, grooving, mill loading, available power and other parameters. Over the years mill engineers have design and develop various tools and technologies to improve mill performance in terms of extraction, baggase pol, baggase moisture, crushing rate and down time. But still there is huge scope to improve mill performance on existing tandem.

Mill drive and driving technology play a key role in performance of sugar mill. Right drive selection, correct installed power and flexibility are key to achieve better performance. Simultaneously it is important to reduce down time, maintenance and inventory cost. This article describes about innovative drive technology to improve mill performance, reduce power consumption and flexibility in milling. The data collected before and after installation in Indonesia and Indian Sugar mill clearly indicates power reduction by 24% and Primary brix extraction improvement by 4.5%.

KEY WORDS: Mill Transmission, Mill Efficiency, pol, moisture, Extraction, Planetary Drives

INTRODUCCIÓN

Sugar milling or extraction process is of complex nature and involve various parameters to achieve the highest performance results. Mill performance is mainly related to power consumption, mill extraction, through put capacity achieved, bagaase sugar content or pol, baggase moisture content and down time.

In today's world, sugar mills has key focus on maximizing through put with highest extraction results but by using minimum power. Also operational flexibility is key requirement for varied season periods and nature conditions (Draught or heavy rain).

There is also growing demand to consume less power but achieve same result as power saving is becoming key in many countries. Many countries are offering best rates for bio-energy and providing incentives for power saving initiatives. Hence sugar mill drive technology plays a vital role in overall sugar mill performance, profit and sustainability.

Over the past decades RR did extensive work on sugar mill drive technology and design various systems for sugar mill to reduce power but at the same time extract and crush more sugar cane.

Sugar cane milling is an important part of the sugar manufacturing process and consumes most of the total required power. As per Hugot with Steam turbines consumed power per ton of cane milled is 2.2KwH/Mill. During late 90's drive systems changed introducing the use of electrical motors and helical drives to reduce power requirement by 50%.

Early 2000 concept changed again to foot mounted planetary gear technology with rope coupling, which allows flexibility for misalignment. This concept drastically reduces the power consumption and it is welcomed worldwide. With the installation of the foot mounted planetary and rope coupling the down time at mill is also reduced and maintenance operations become easier.

With the growing concept of power export (Co-generation), increased power saving at extraction has become a focus. The foot mounted technology, still has a loss of power due to the action of the crown pinion, coupling and stress on headstock. These frictions are consuming about 10% of the power. Space and civil foundation also require a lot of costs and time. Also there is limitation to achieve more extraction and performance. Hence there is need to develop further and design new technology which will overcome on these limitations.

MATERIALES Y MÉTODOS

Since last 10 years RR is focused on sugar milling drive performance improvement and give best possible solutions to sugar mill.

In year 2008 RR put first direct shaft mounted installation on sugar mill on 40" x 80" mill and then we have formed various combinations and tools to improve mill performance. We have collected the data from various mill as follows to analyze the benefits of shaft mounted technology.

1. Power absorbed
2. Cane Crushing
3. Primary extraction
4. Mill Extraction
5. Baggase Pol and Moisture
6. Annual Maintenance cost
7. Overall performance

The above data is collected from the factory where there is full mill tandem installed with RR shaft mounted drive and from the factory where we have installation on first mill. The factory where we have installation on first mill was previously run by foot mounted planetary with turbine drive. Data collected during 2015 for foot mounted drive and data of shaft mounted is collected after installations of shaft mounted drive in 2016 season.

For mill in India with full tandem data for maintenance, effect on mill component and overall performance was collected. The data was collected after three season of operation to know the overall effect on mill components and maintenance.

Installation

Comparison of Installation of Foot and Shaft mounted

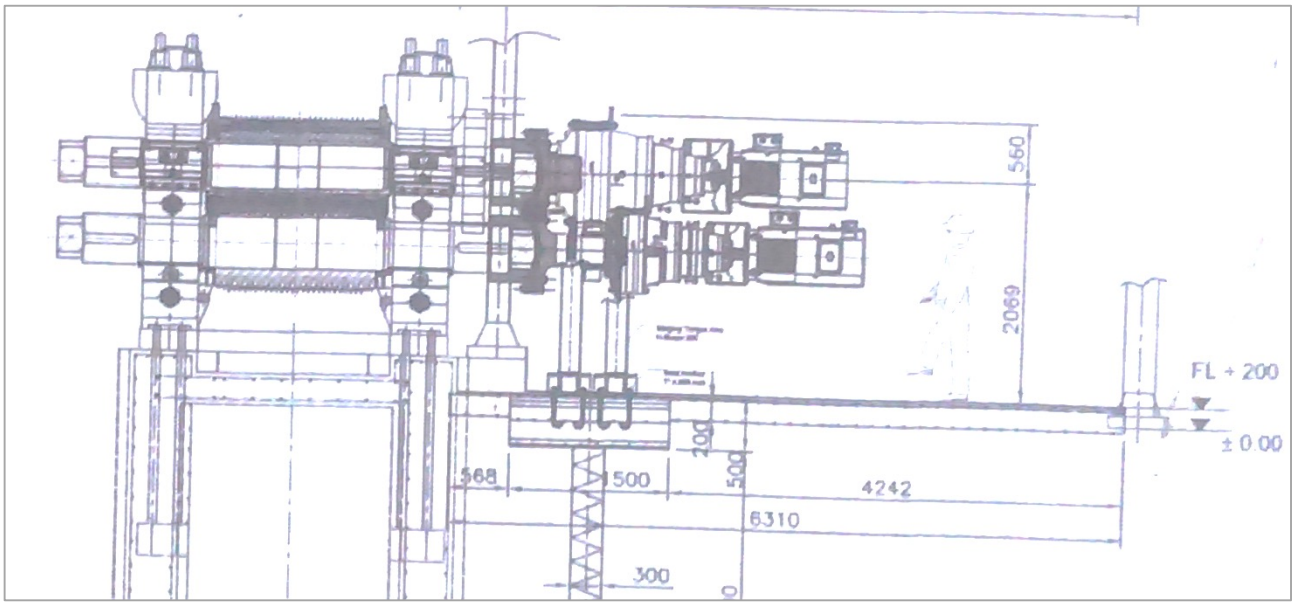


FIG-A

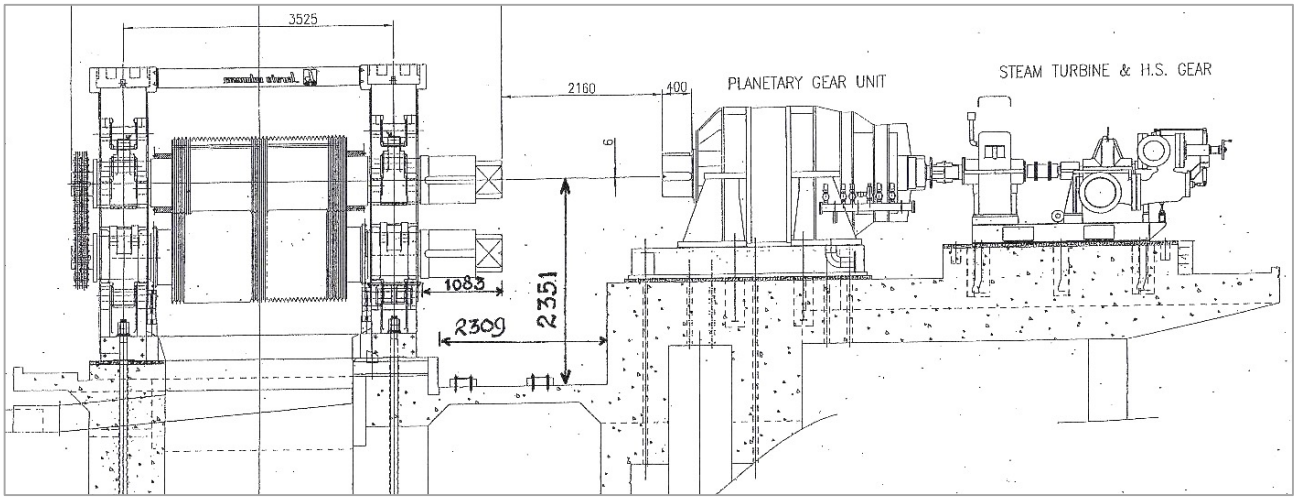


FIG –B

Figure A is typical installation arrangement of shaft mounted gearbox whereas Figure –B is typical arrangement of foot mounted planetary drive eighter driven by turbine or motor. The connection between gearbox and mill is rope coupling or tail bar.

Both the figures clearly explains the saving in space and huge civil foundation requirement. This can be helpful for millers to reduce civil cost, no modification of civil require during expansion or replacement and saving in base frame, coupling tail bar etc.

Figure –B is from the mill in Indonesia where we have replaced foot mounted drives by shaft mounted gearboxes.

Mill Details for Figure –B

Mill Size – 45" x 90"

Number of Mill in Tandem – 5 Nos

Number rollers in mill – Four roller. Three squeezing and one underfeed roller.

Mill design Type – Walker

Old Drive Installed Power – 1400HP Turbine

Design Capacity of Mill – 12500TCD

Replacement Drive Details

Location – Mill No -1

Total Installed Power – 1392Kw (Keeping in point of view of 18000TCD Expansion)

Configuration -315Kw x 4 Nos and 132Kw x 1 No

Top Roller – 2 x 315Kw (RR85000 L3)

Feed and Discharge – One each 315Kw (RR85000 L3)

Underfeed Roller – One132Kw (RR40000L3)

Design speed – 6 RPM

For Mill Tandem in India

Mill Size – 40" x 80"

Number of Mill in Tandem – 4 Nos

Mill design Type – Mill with Pressure feeder

Design Capacity of Mill – 6000 TCD (Achieved 7500TCD)

Total Installed Power – 710Kw for Mill No-1 and 540Kw for mill 2, 3 and 4

Drives Installed – RR55000/RR40000/RR25000

Design speed – 6 RPM

Crushing season length – 180 to 200 days depend upon cane availability

Fiber content – 13-15% (13.5% average)

Typical arrangement of shaft mounted planetary drive on mill roller.

Shaft mounted planetary drives can be mounted in various combinations on mill, the most frequent is the shaft mounted gear as shown in below figure.

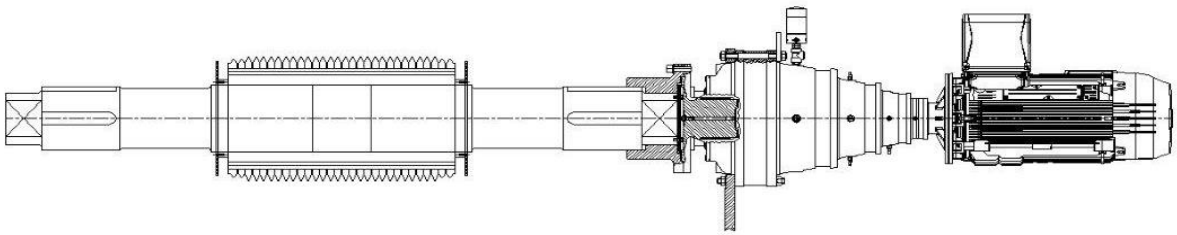


FIG -C

Or

Planetary pinionless mill drives come as complete linear version or plano helical version as shown in above diagram depending upon the overhung load, the space aviliblity and the ratio requirment of the selected gearbox and motor size.

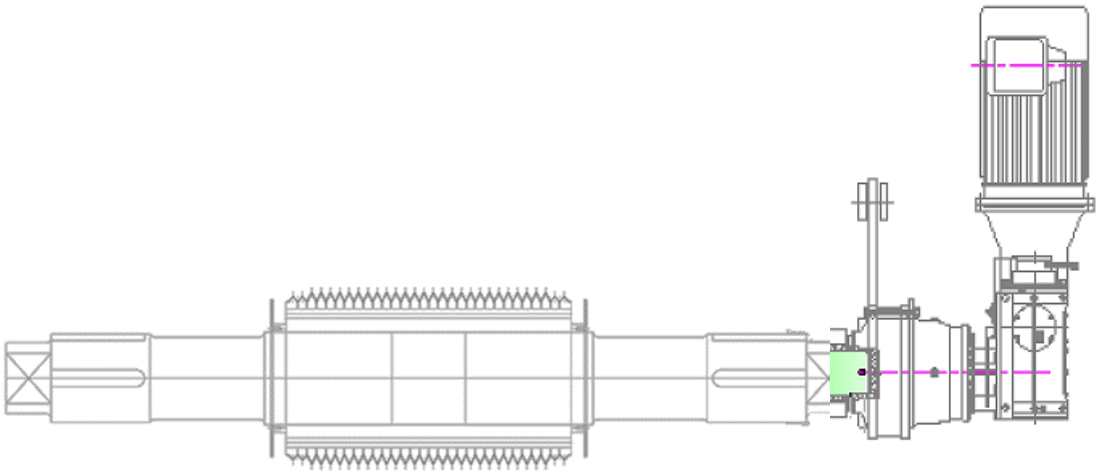


FIG -D

Figure C is the arrangement with Indonesia sugar mill where they have coupling arrangements because of old mill upgradation while Figure D is an arrangement in India where they put up new mill tandem.

We normally recommend if its new mill tandem or even old the MH arrangement as gearbox become closer to shaft. Rectangular and linier arrangement is depend upon space/ratio and motor overhung load.

Gearbox Selection

While designing these gearbox we takes various check points and basic information collection to offer best cost effective solution. If solution becoming oversize then investments becoming high and if solution becoming low then limitation in further expansions.

Good sugar process understanding is the key for a correct selection of sugar mill planetary gearbox. It is important to know the crushing cycle, the type of speed variations, absorbed torques, frequency of speed variation, predicted life cycle requirement etc.

A good example is the operation season variation from country to country Thailand mill operations are 120-150 days long, while East Africa operations are 300 days long.

Hence it is necessary to have a good understanding of the milling operation and gearing technology.

The selection is based on ISO or AGMA standards and service factors in use for installed power are 1.6 to 2.5, lifetime on roller bearing L10hr ≥ 100,000 Hours.

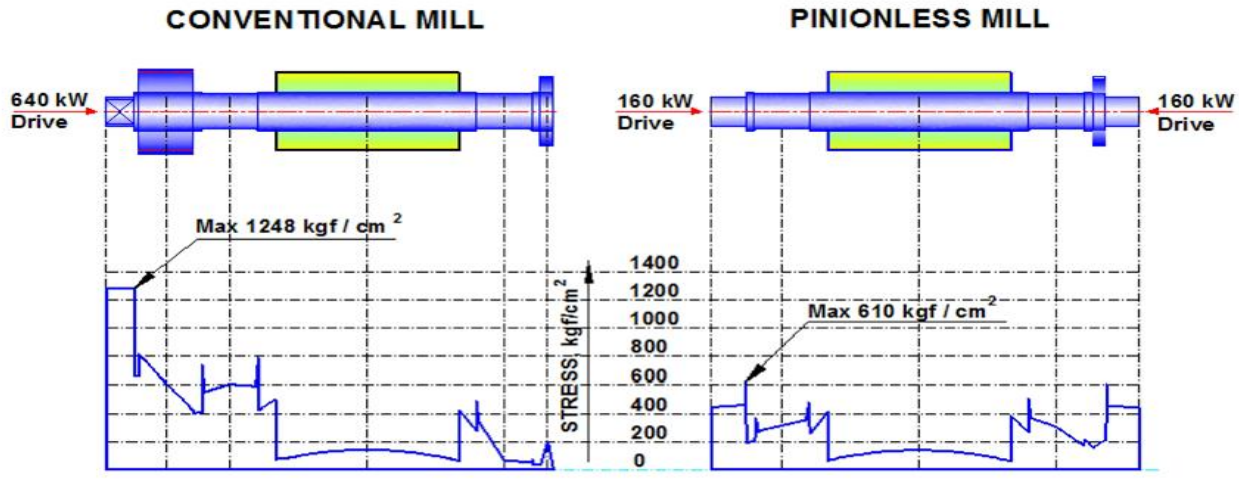
One other critical value is the input speed variation percentage.

Higher the input speed and torque percentage variation is, higher the service factor needs to be.

Based on above we have selected these gearboxes.

Stress Diagram for Shaft mounted mill.

Typical stress diagram for shaft mounted mill drive published at XXVIII ISSCT Congress in Brazil. It clearly indicates the reduction in stress on headstock, journals and bearings.



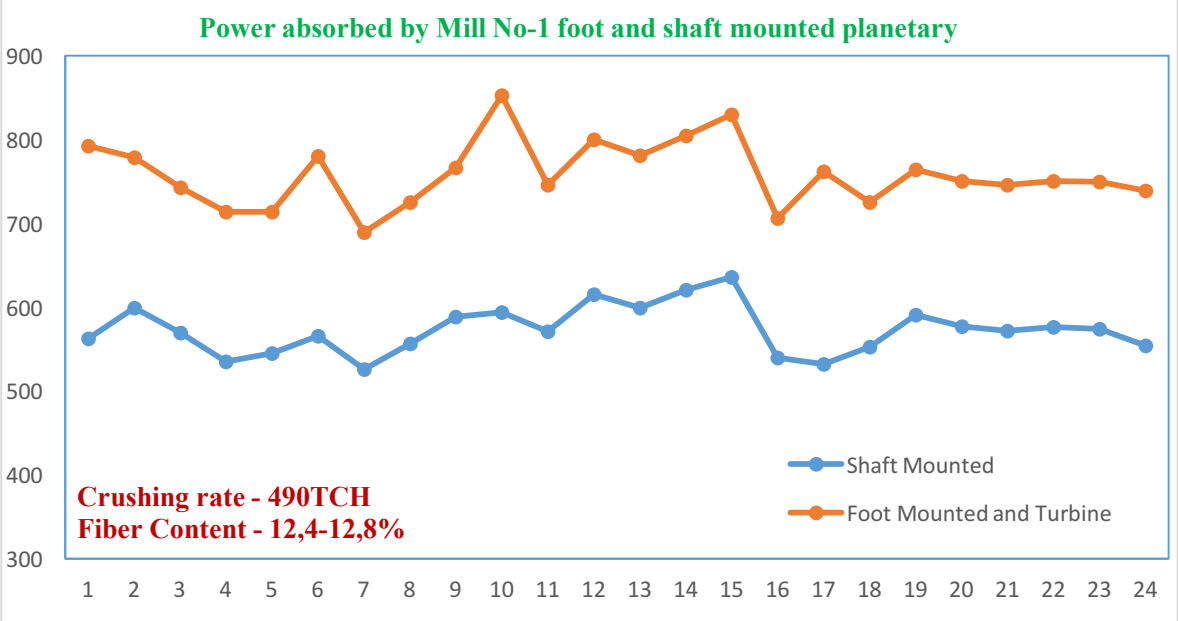
The above diagram clearly indicates the huge reduction in stress on roller, bearing and journals.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

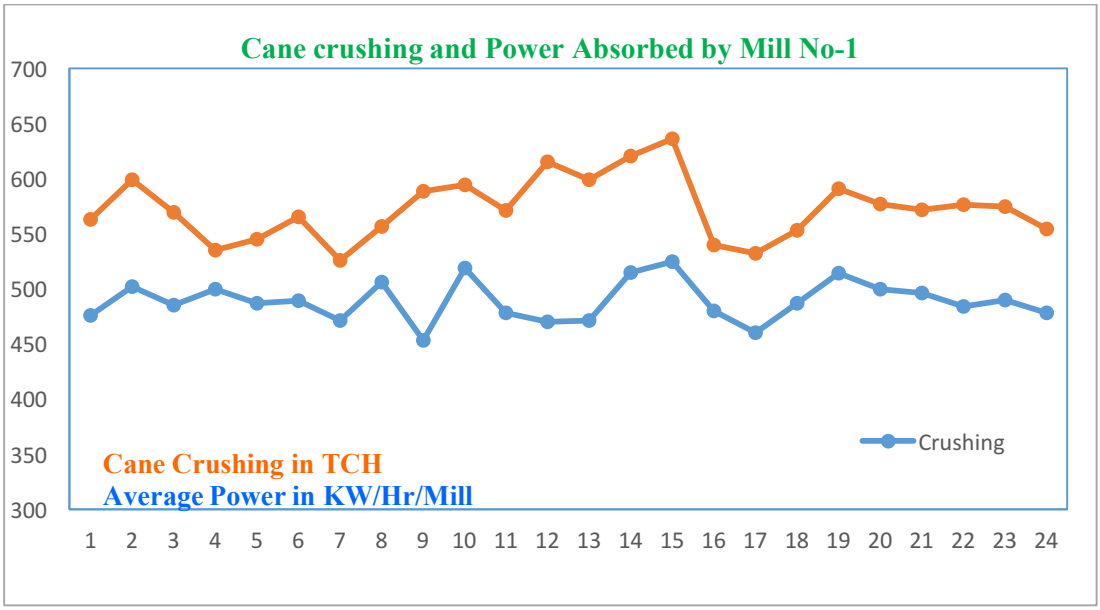
As explained in introduction data collected where analyzed and following was the key observations.

Indonesia Mill

Power absorbed comparison at same crushing rate with shaft mounted drive and foot mounted drive with turbine is as follows:



Above data shows that around 24% power saving from old foot-mounted planetary with turbine and tail bar to shaft mounted planetary gearbox for same crushing rate. Preparation index, feeding arrangement, roller speed, hydraulic where kept almost same



Above chart clearly shows that power absorbed by mill is in linier proportion and is around 1.15KW/TCH/Hr which is less than 24% for same crushing rate with foot mounted with turbine.

Primary mill brix extraction was recorded during the observation period and it was observed that 4.5% in average rise in primary brix extraction after installation of shaft mounted drive. During the crushing hydraulic load was kept same to know the exact impact.

Baggase pol on average was reduced by 0.42 unit and moisture by 0.28% in average was reduced. We tried to keep operating parameters same so as to judge the effectiveness of drive installation.

India Sugar Mill Result

During the crop season of 2013-2014 the following data were collected. Results show the average figure achieved.

Factory was crushing at the rate of around 6000TCD on 40" x 80" tandem and working around 170 days.

Sr. No.	Perticulars	Value	Unit
1	Total Crushing for season	840.000,00	Ton
2	Avarage Cane Fiber	13.80	%
3	Pol % in baggase	1.98	%
4	Moisture % in baggase	48,10	%
5	Mill Extraction	95.60	%
6	Wear on mill journal at end of season	Nil to 0,5	mm
7	Wear on Mill roller bearing	Nil to 0,38	mm
8	No Tail Bar	Eliminated	
9	No Pinion	Eliminated	
10	Headstock (Wear Plate/U-Portion/Bearing sitting etc)	Nil	

It was observed that the cost of maintenance compare to conventional drive is reduced by 30% This cost involves journal refurbishment, bearing replacement or machining, Square end and pinion refurbishment and headstock refurbishment. ultrasonic test conducted on shafts and bearing shows the condition of shaft, bearing shows no crack developed or expanded before and after the season.

Secondary but not less important results achieved by the factory are : less oil consumption, less inventory, space cost (less foot print), fast return on investment, extra export power availability, additional revenue from extra power saving, less maintenance cost and many more.

Our data collection from different countries is under elaboration and we will soon be publishing the more detailed advantages and calculation of pinionless or shaft-mounted drive.

CONCLUSIONES

Above data collected shows that with shaft mounted technology performance of mill is improved drastically. Power saving is achieved around 24% than foot mounted gearboxes and primary brix extraction is improved by 4.5%. It also shows that absorbed power by mill is around 1.15KW/TCH which is comparatively very less than convention mill drive system. It also showed that maintenance cost is also substantially reduce with this system. Also indicates that some of the mill component such as pinion, tail bar coupling, foundation etc. also eliminated from factory. This result in less inventory cost.

With the growing concern for power export, it is the perfect time now to shift to shaft-mounted high efficiency planetary drives for efficient milling. From the given data and various data published so far it is clear that the shaft-mounted mill drives power consumption per mill is the lowest. It also proved that the cost for maintenance is significantly reduced by using shaft-mounted drives.

Stress on the mill components is substantially reduced by a 50% it equals to an extended life of mill component and SHP can be increased to get more extraction.

Mill extraction data clearly shows that there is improvement and bagasse moisture are well under control below 49%.

Reggiana Riduttori is working towards more efficient mill transmission solutions and we are carrying out further work on exact torque distribution in mill, extraction improvement, mill speed variation control and optimization of crushing rate on existing mill tandem. Soon we will reveal more data which will be helpful for sugar millers.

We believe in “Save water and power and save the world”

ACKNOWLEDGEMENT

Authors are thankful to management of Reggiana Riduttori for their permission to publish this article. Also Authors are thankful to staff of Reggiana Riduttori who help us in preparation of this article and collecting valuable data.

Authors are thankful to management of ATACBOL to allowed us to publish this article on one of the most interesting and useful topic.

Special thanks to Mrs. Manuela Mora who helped us in editing and page setting and for all here coordination between RR and concern authorities.

We thank you and all our clients who provided us valuable data and pictures which was helpful for this article.

REFERENCIAS

1. Sugar Mill Drives by D.L. Huges Proccedings of *The South African Sugar Technologists Association-April 1964*

2. Mill roller design and operational stress states by Aderson S.I. Proc. *Australian Society of Sugar Cane Technologists 1999*
3. Technical Presentation on 'Innovative Energy Efficient Milling Train' by D.K. Goel at *XXVIII ISSCT Congress 2013, Sao Paulo, Brazil*
4. Hugot, E (1986). *Handbook of cane sugar engineering.* Elsevier, Amsterdam
5. Comparison Of Various Electrical Drives Suitable For Cane-Crushing Mills By A. Gradener *Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association-April 1964*
6. Measurement of power sharing in a conventional three-roller mill. Gomez, A.L., Ortiz, J.J. and Reyes, M. (1996). Proc. Int. soc. Sugar Cane Technol.,
7. Infuences of opration conditions on the stresses in a sugar mill roller shaft, R.N. Cullen *Australian Society of Sugar Cane Technologists 1968*

Kinetrol, un valor añadido a la automatización de válvulas.

PRESENTACIÓN TECNICA DE PRODUCTOS

Autor: Ing. Lluís Peiris Lleonart.
Email: l.peiris@kinetrol.es ; cuba@kinetrol.es

KINETROL

KINETROL LTD.

FUNDADA EN 1958

3 FÁBRICAS

FACTURACIÓN £20M

PRIVADA/BRITÁNICA

210 EMPLEADOS

KINETROL LTD.

KINETROL SLU

FACTURACIÓN 2016
(9 MESES) 800.000€

FUNDADA EN 2005

5 EMPLEADOS

KINETROL SLU

¿POR QUÉ TRABAJAR CON NOSOTROS?

- FIABILIDAD DEL PRODUCTO
- RENDIMIENTO INMEJORABLE DEL PRODUCTO
- AMPLIA GAMA DE PRODUCTOS
- EMPRESA INDEPENDIENTE
- SOPORTE TÉCNICO
- FILIALES EN ALEMANIA, USA, FRANCIA, CHINA Y ESPAÑA
- DISTRIBUIDORES EN 28 PAISES
- 60 AÑOS DE EXPERIENCIA

¿POR QUÉ TRABAJAR CON NOSOTROS?

QUIMIMPEX IMPORT · EXPORT

CUVEN petrol PETRÓLEOS CUBA VENEZUELA S.A.

CEXNi IMPORTADORA Y ABASTECEDORA DEL NÍQUEL

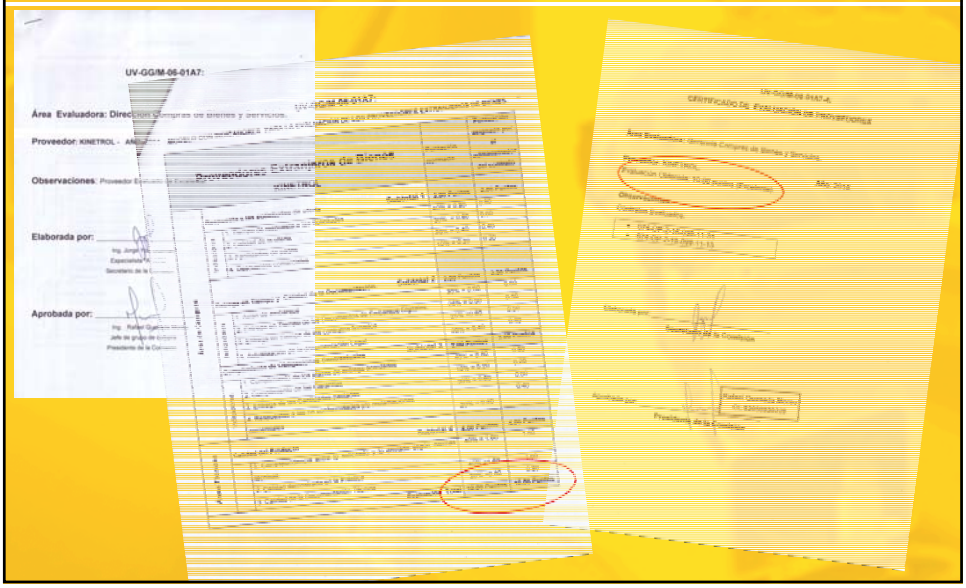
ENERGOIMPORT

Aguas de La Habana

IMECO

TECNOTEX

¿POR QUÉ TRABAJAR CON NOSOTROS?



CALIDAD

100% EQUIPOS PROBADOS

ISO 9001:2008

TRACEABILIDAD POR Nº DE SERIE

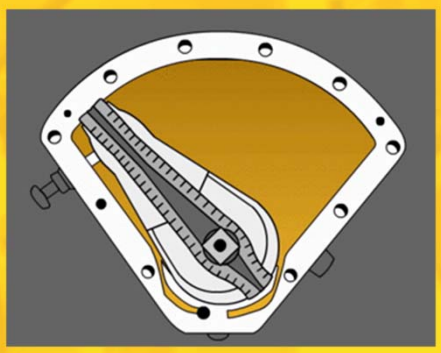
CERTIFICACIÓN ATEX HASTA CATEGORIA 1

ACTUADOR NEUMATICO DE PALETA

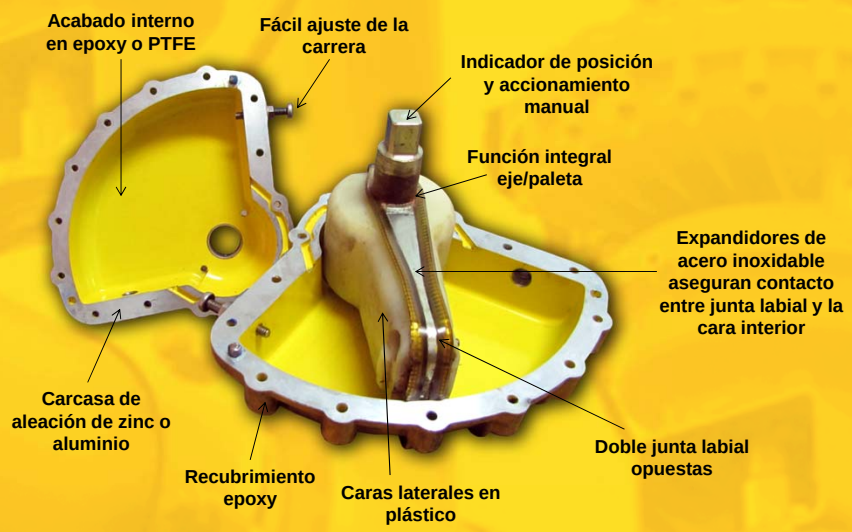
ACTUADOR COMPUESTO POR UNA CARCASA EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRA UNA PALETA QUE DELIMITA LAS DOS CÁMARAS. SOLIDARIO A ESTA PALETA, SE ENCUENTRA EL EJE, QUE ATRAVIESA LA CARCASA EXTERIOR. ES ESTE EJE DONDE OBTENEMOS EL TRABAJO, EN ESTE CASO EN FORMA DE MOVIMIENTO ANGULAR LIMITADO

ACTUADOR NEUMATICO DE PALETA

FUNCIONAMIENTO



ACTUADOR NEUMATICO DE PALETA



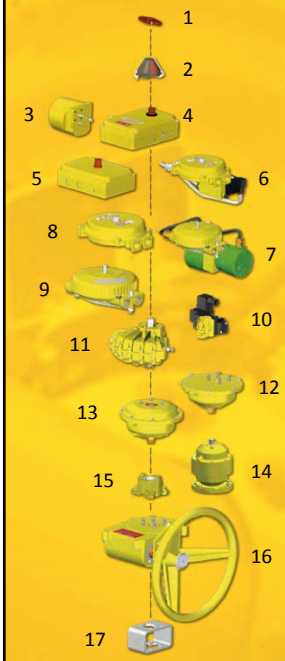
ACTUADOR NEUMATICO DE PALETA

VARIOS MODELOS

16 MODELOS (TAMAÑOS) DE ACTUADOR: OMO, 01, 02, 03, 05, 07, 08, 09, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20 Y 30

PARES DE SALIDA (TORQUE) HASTA 19140 Nm

SISTEMA MODULAR



1. **Indicador visual**
2. **Visor cónico de posición**
3. **Convertidor I/P**
4. **Posicionador neumático AP**
5. **Posicionador electroneumático**
6. **Posicionador 3 posiciones**
7. **Posicionador 3 posiciones antideflagrante**
8. **Caja de finales de carrera**
9. **Caja de finales de carrera antideflagrante**
10. **Electroválvula**
11. **Actuador neumático**
12. **Módulo 180º**
13. **Muelle retorno**
14. **Muelle retorno al centro**
15. **Adaptador ISO**
16. **Volante manual desembragable**
17. **Kit de montaje (acoplamiento)**

APLICACIONES

1. AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPOS / MAQUINARIA

- ATMOSFERA / AMBIENTE NO AGRESIVO
- ALTO NÚMERO DE MANIOBRAS
- BAJO CONSUMO DE AIRE
- AHORRO DE ESPACIO / PESO

2. AUTOMATIZACIÓN DE VÁLVULAS

APLICACIONES

APLICACIONES

30 MANIOBRAS POR MINUTO
15.000 MANIOBRAS AL DIA
4.500.000 MANIOBRAS AL AÑO

APLICACIONES

APLICACIONES

APLICACIONES

1. AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINAS

- AMBIENTE / ATMOSFERA NO AGRESIVO
- ALTO NÚMERO DE MANIOBRAS
- BAJO CONSUMO DE AIRE
- AHORRO DE ESPACIO / PESO

2. AUTOMATIZACIÓN DE VÁLVULAS

- AMBIENTE / ATMOSFERA HABITUALMENTE AGRESIVO
- NO MUY ELEVADO NÚMERO DE MANIOBRAS EXCEPTO SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL
- ¿CONSUMO DE AIRE?

APLICACIONES

2. AUTOMATIZACION DE VÁLVULAS

VÁLVULAS DE BOLA

VÁLVULAS DE MARIPOSA

VÁLVULAS TIPO PLUG

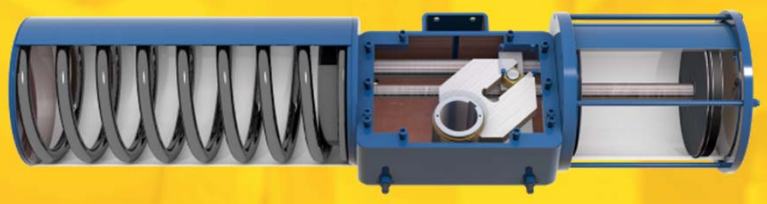
VÁLVULAS DE CASCO

OTROS TIPOS DE ACTUADORES

OTROS TIPOS DE ACTUADORES

1. YUGO ESCOCÉS

MECANISMO QUE PERMITE TRANSFORMAR UN MOVIMIENTO LINEAL (GUIA) EN UN MOVIMIENTO DE ROTACION (MANIVELA Y ARBOL)



OTROS TIPOS DE ACTUADORES

2. PIÑON Y CREMALLERA

MECANISMO QUE TIENE POR FINALIDAD LA TRANSFORMACION DE UN MOVIMIENTO RECTILINIO (CREMALLERA) EN UN MOVIMIENTO DE ROTACIÓN (PIÑON)

COMPARATIVA

ACTUADOR PALETA – PIÑON Y CREMALLERA

- UNA ÚNICA PARTE MOVIL QUE OFRECE UN SELLADO DINAMICO (SIN JUNTAS TORICAS)

COMPARATIVA

COMPARATIVA

ACTUADOR KINETROL – PIÑON Y CREMALLERA

- UNA ÚNICA PARTE MOVIL QUE OFRECE UN SELLADO DINAMICO (SIN JUNTAS TORICAS)
- NO HAY CONVERSION DE MOVIMIENTO LINEAL GIRATORIO (LARGA VIDA ÚTIL SIN MANTENIMIENTO)

COMPARATIVA

NINGÚN FABRICANTE ESPECIFICA EN SUS MANUALES EL NÚMERO DE MANIOBRAS NI CICLO DE VIDA

NINGÚN FABRICANTE EQUIPOS QUE LOS CLIENTES ENVIAN PARA REPARAR A KINETROL ES DE 10-12 AÑOS

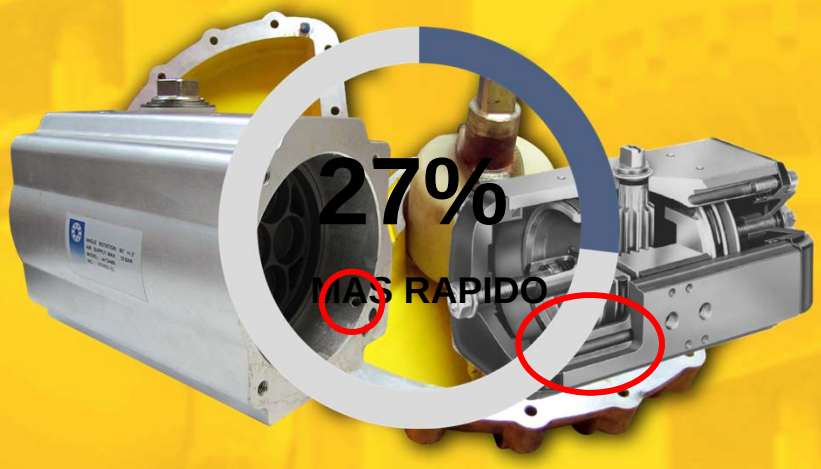
SE ESTIMAN COMO TÉRMINO MEDIO 500.000 MANIOBRAS

COMPARATIVA

ACTUADOR KINETROL – PIÑON Y CREMALLERA

- UNA ÚNICA PARTE MOVIL QUE OFRECE UN SELLADO DINAMICO (SIN JUNTAS TORICAS)
- NO HAY CONVERSION DE MOVIMIENTO LINEAL GIRATORIO (LARGA VIDA ÚTIL SIN MANTENIMIENTO)
- ALTA VELOCIDAD DE OPERACIÓN

COMPARATIVA

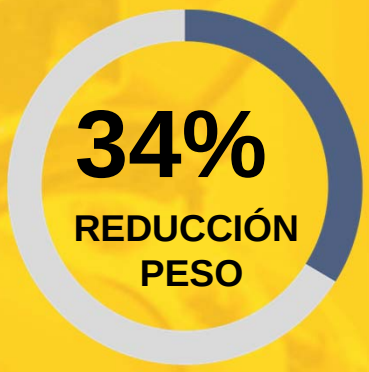


COMPARATIVA

ACTUADOR KINETROL – PIÑON Y CREMALLERA

- UNA ÚNICA PARTE MOVIL QUE OFRECE UN SELLADO DINAMICO (SIN JUNTAS TORICAS)
- NO HAY CONVERSION DE MOVIMIENTO LINEAL GIRATORIO (LARGA VIDA ÚTIL SIN MANTENIMIENTO)
- ALTA VELOCIDAD DE OPERACIÓN
- DISEÑO COMPACTO (AHORRO DE ESPACIO Y PESO)

COMPARATIVA



COMPARATIVA

ACTUADOR KINETROL – PIÑON Y CREMALLERA

- UNA ÚNICA PARTE MOVIL QUE OFRECE UN SELLADO DINAMICO (SIN JUNTAS TORICAS)
- NO HAY CONVERSION DE MOVIMIENTO LINEAL GIRATORIO (LARGA VIDA ÚTIL SIN MANTENIMIENTO)
- ALTA VELOCIDAD DE OPERACIÓN
- DISEÑO COMPACTO (AHORRO DE ESPACIO Y PESO)
- BAJO CONSUMO DE AIRE

COMPARATIVA

100.000 MANIOBRAS AL AÑO (450 AL DIA) SIGNIFICA UN AHORRO DE UNOS 2.000 – 5.000 € AL AÑO

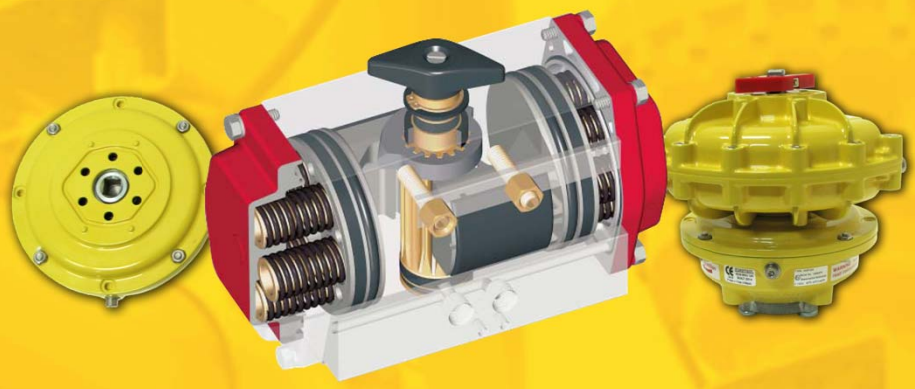
MUELLE RETORNO

COMPARATIVA

ACTUADOR MUELLE RETORNO – PIÑON Y CREMALLERA

- MUELLE DE SEGURIDAD AISLADO DEL AIRE PILOTAJE

COMPARATIVA



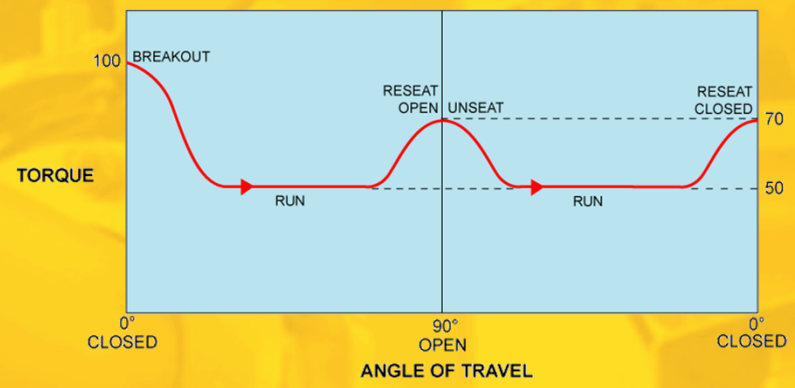
COMPARATIVA

ACTUADOR MUELLE RETORNO – PIÑON Y CREMALLERA

- MUELLE DE SEGURIDAD AISLADO DEL AIRE PILOTAJE
- CARCASA SELLADA EVITA CORROSIÓN
- BAJA PÉRDIDA DE PAR (TORQUE)

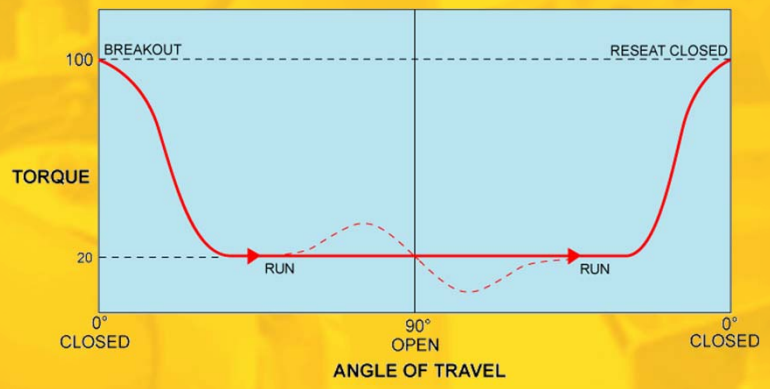
COMPARATIVA

PAR DE MANIOBRA CARACTERISTICO DE VALVULAS DE BOLA



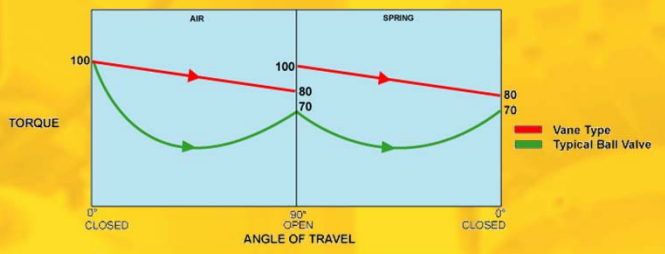
COMPARATIVA

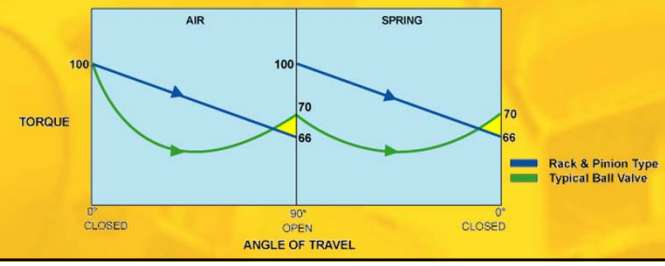
PAR DE MANIOBRA CARACTERISTICO DE VALVULAS DE MARIPOSA



COMPARATIVA

BALL VALVE / SPRING FAIL SAFE ACTUATOR TORQUE MATCH





COMPARATIVA

TABLA 3. Grado de implicación de elementos de regulación y control en accidentes graves de origen químico

Válvulas manuales/automáticas	91%
Indicadores/Reguladores	6%
Válvulas de drenaje/purga	2%
Sala de control	1%

Fuentes: MHIDAS y MARS

TABLA 7. Porcentaje accidentes según el modo de fallo de válvulas

Fallo por falta de estanqueidad	47%
Fallo en operación	26%
Rotura	18%
Fallo a demanda	6%
Inversión de flujo	3%

Fuentes: MHIDAS y MARS

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES

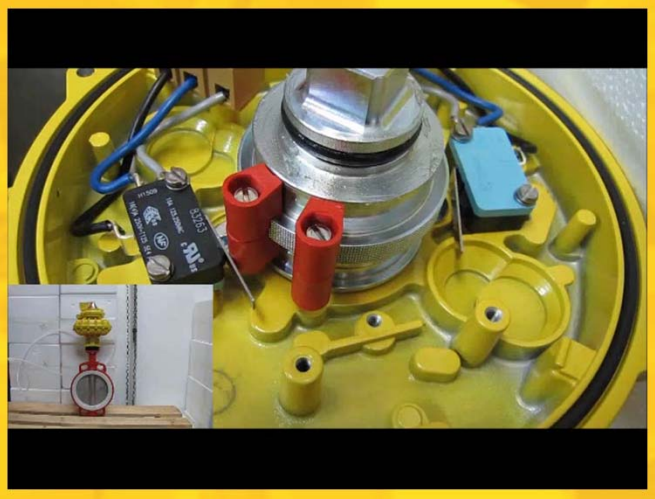
Tabla 6. Distribución porcentual general de accidentes graves de origen químico

Tanques almacenaje	29%
Tuberías fijas	29%
Válvulas manuales/automáticas	16%
Reactores	7%
Tuberías carga/descarga	3%
Válvulas de seguridad	2%
Sistema eléctrico	2%
Indicadores/Reguladores	1%
Otros	11%

Fuentes: MHIDAS y MARS

COMPARATIVA

FINAL DE CARRERA



COMPARATIVA

FINAL DE CARRERA – PIÑON Y CREMALLERA

- MONTAJE DIRECTO SIN ACOPLAMIENTOS MECANICOS

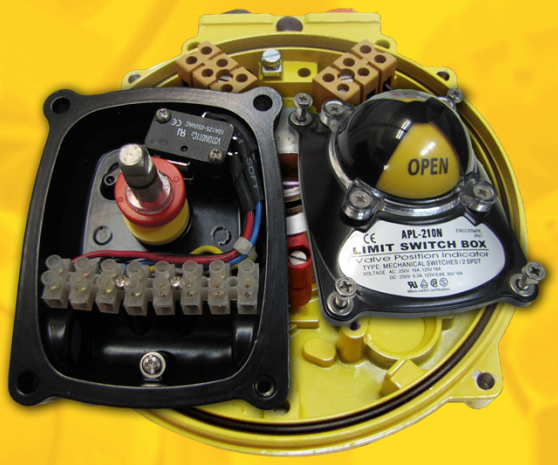
COMPARATIVA

COMPARATIVA

FINAL DE CARRERA – PIÑON Y CREMALLERA

- MONTAJE DIRECTO SIN ACOPLAMIENTOS MECÁNICOS
- CAJA METÁLICA ROBUSTA

COMPARATIVA



COMPARATIVA

FINAL DE CARRERA – PIÑON Y CREMALLERA

- MONTAJE DIRECTO SIN ACOPLAMIENTOS MECÁNICOS
- CAJA METÁLICA ROBUSTA
- VARIAS OPCIONES DE CONTACTOS ELÉCTRICOS
- CERTIFICACIÓN PARA ÁREA CLASIFICADA ATEX
- INDICADOR O VISOR CÓNICO DE POSICIÓN
- IP65 (OPCIÓN IP67)

POSICIONADOR

COMPARATIVA

POSICIONADOR – PIÑON Y CREMALLERA

- MONTAJE DIRECTO SIN ACOPLAMIENTOS MECÁNICOS NI TUBING EXTERNO

COMPARATIVA

COMPARATIVA

POSICIONADOR – PIÑON Y CREMALLERA

- MONTAJE DIRECTO SIN ACOPLAMIENTOS MECÁNICOS NI TUBING EXTERNO
- NI JUEGO NI HOLGURA
- MISMO MODELO PARA SIMPLE Y DOBLE EFECTO
- RETRANSMISOR DE ÁNGULO (OPCIONAL)
- CARCASA METÁLICA ROBUSTA
- CONTACTOS DE FINAL DE CARRERA (OPCIONAL)
- CONVERTIDOR I/P (OPCIONAL)
- CERTIFICACIÓN PARA ÁREA CLASIFICADA ATEX

COMPARATIVA ACTUADORES DE PALETA

COMPARATIVA ACTUADORES DE PALETA

COMPARATIVA ACTUADORES DE PALETA

KINETROL	MATRYX
JUNTAS DE PALETA OPUESTAS TIPO LABIAL Y DE POLIURETANO El poliuretano ofrece mejor resistencia contra el desgaste ✓ 'Tipo labial' + expandidores aseguran la estanqueidad aún cuando se desgastan las juntas. ✓	**JUNTAS TIPO "O" RING DE NITRILO**
LA PALETA CON SU EJE ES UNA FUNDICION DE HIERRO GS GALVANIZADO	**LA PALETA ES DE ALUMINIO Y EL EJE DE ACERO**
LOS ACTUADORES SIMPLE EFECTO UTILIZAN UN MUELLE RETORNO ESPIRAL ROBUSTO Y FIABLE PROTEGIDO EN UNA CAJA ESTANCA	**CALDERIN DE AIRE**

PALANCAS DE SEGURIDAD

- PARES DE SALIDA HASTA 60 Nm
- CONEXIONES A VÁLVULA ISO/DIN
- VERSIÓN ATEX
- **APLICACIONES:**
  - TOMA DE MUESTRAS
  - PURGAS
  - VACIADO DE TANQUES / DEPÓSITOS

PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR KINETROL

- VÁLVULAS METÁLICAS
- VÁLVULAS PLÁSTICAS
- ACTUADORES ELÉCTRICOS
- INSTRUMENTACIÓN
  - •PRESIÓN
  - •TEMPERATURA
  - •NIVEL
  - •OTROS
- ELECTROVÁLVULAS
- ELEMENTOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO
- BOMBAS

VÁLVULAS METÁLICAS

- BOLA (ESFERA)

MARCAS: Pekos, AVK, Xuros, JC, ACDRA, ISO(Saidi), InterApp(IA), VAMEIN(EFSVALVES), IBER, JLX, GENEBRE, PERSTA, ST(Star Line), Inoxpres, OMC

VÁLVULAS METÁLICAS

- BOLA (ESFERA)

VÁLVULAS METÁLICAS

- MARIPOSA

VÁLVULAS METÁLICAS

- MARIPOSA

VÁLVULAS METÁLICAS

- GUILLOTINA

VÁLVULAS METÁLICAS

- OTROS (COMPUERTA, CLAPETA, MEMBRANA, GLOBO)

VÁLVULAS METÁLICAS

- OTROS (MEMBRANA, FONDO DE TANQUE)

VÁLVULAS METÁLICAS

- SEGURIDAD / DISCOS RUPTURA

VÁLVULAS PLÁSTICAS

MARCAS: ASV Stübbe, FIP, SAFI, CH(Coraplax SL), KINVAL

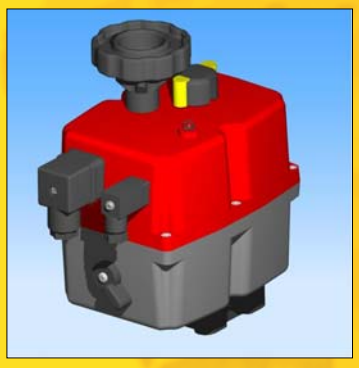
- PVC, PVC-C, PP, PVDF, PTFE…
- BOLA, MARIPOSA Y MEMBRANA

VÁLVULAS PLÁSTICAS

- PVC, PVC-C, PP, PVDF, PTFE...
- CLAPETA, ALIVIO, ELECTROVÁLVULAS E INSTRUMENTACIÓN

ACTUADORES ELÉCTRICOS J+J

- DOBLE EFECTO
- PARES DE SALIDA HASTA 300 Nm
- MULTIVOLTAJE: 12 – 24 VAC/VDC 50/60 Hz Ó 85 – 240 VAC/VDC 50/60 Hz
- MANDO MANUAL DE EMERGENCIA
- INDICADOR VISUAL DE OPERACIÓN (LED)
- CONTACTOS DE ALARMA
- ÁNGULO DE GIRO 90º - 180º - 270º
- CONEXIÓN A VÁLVULA ISO / DIN
- POSICIONADOR DIGITAL (4-20 mA / 0-10 V) (OPCIÓN)
- BLOQUE DE BATERIAS PARA RETORNO A POSICIÓN DE SEGURIDAD (OPCIÓN)



ACTUADORES ELÉCTRICOS J+J

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIÓN

MARCAS: WICA, Dwyer, GENEBRE, Nuova Fima, TecFluid, VEGA

- **PRESIÓN MECÁNICA**

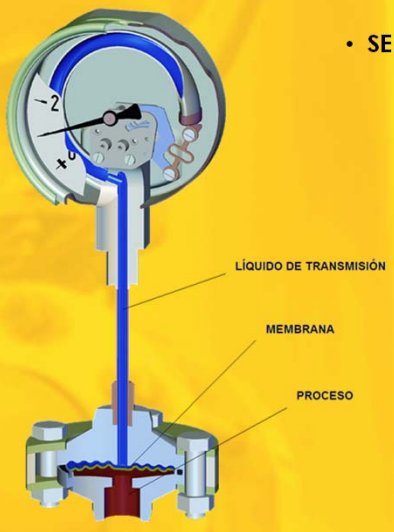
INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIÓN

- PRESIÓN ELECTRÓNICA (4-20 mA, 0-10 V, HART, PROFIBUS)

WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIÓN

- SEPARADORES DE MEMBRANA



WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIÓN

- SEPARADORES DE MEMBRANA

WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE PRESIÓN

- SEPARADORES DE MEMBRANA

FDA 3

WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE TEMPERATURA

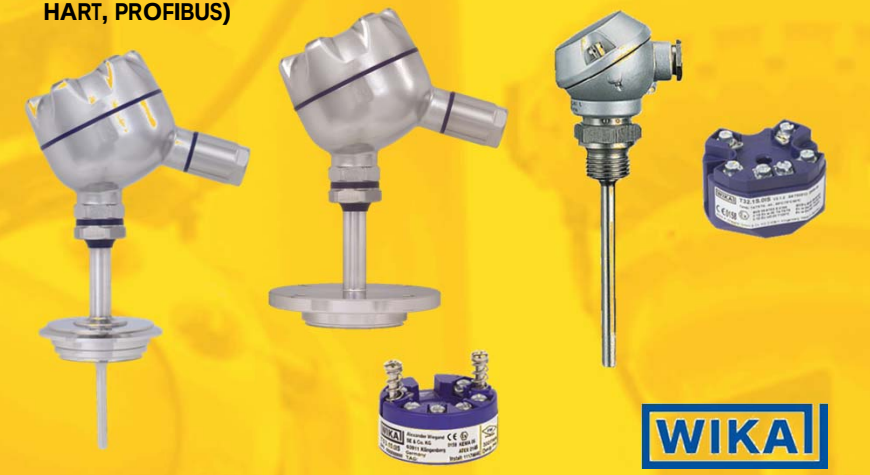
- TEMPERATURA MECÁNICA

WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA DE TEMPERATURA

MARCAS: WICA, Dwyer, GENEBRE, Nuova Fima, TecFluid, VEGA

- TEMPERATURA ELECTRÓNICA (Pt-100, TERMOPAR, 4-20 mA, HART, PROFIBUS)



WIKA

INSTRUMENTACIÓN PARA LA MEDIDA NIVEL

- NIVEL (4-20 mA, CONTACTOS ELÉCTRICOS)

WIKA

INSTRUMENTACIÓN

- OTROS (PRESOSTATOS Y TERMOSTATOS)

INSTRUMENTACIÓN

- CAUDAL

INSTRUMENTACIÓN

- OTROS

INSTRUMENTACIÓN

- OTROS (NIVEL SÓLIDOS)

INSTRUMENTACIÓN

- PRESION DIFERENCIAL

INSTRUMENTACIÓN

- OTROS (CONTROL PARTÍCULAS)

ELECTROVÁLVULAS

MARCAS: BACCARA, NORGREN, Metal WorK

ELECTROVÁLVULAS

TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

- COMPRESORES

TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

MARCAS: Norgren

- **FILTROS + MANOREDUCTORES**

BOMBAS

MARCAS: Damova, Argal, SEKO, Someflu, Sulzer, abs, Caprari, KSB, Grundfos

BOMBAS

BOMBAS

BOMBAS TERMOPLÁSTICAS

MARCA: SOMEFLU

- **TRATAMIENTO DE SUPERFICIES Y DECAPADOS**
- **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**
- **LAVADOS / DESODORIZACIÓN DE GASES**
- **TRASVASE DE SOLUCIONES ÁCIDAS O ALCALINAS**
- **AGUA DE MAR**

¿ALGUNA PREGUNTA?

GRACIAS POR SU ATENCION

KINETROL

Kiepenkerl Sustainable Invest GmbH

GRUPO TCI S.A. TURISMO COMERCIO INDUSTRIA

Aprovechamiento material y energético de los residuos de la utilizacion de la cana de azúcar

Resultados y evaluación de los análisis biotecnológicos

1. Cuales son las experiencias obtenidas sobre la metanización de las fibras crudas de la cana?
2. Solución de la tarea „Fermentación del metano/para obtener metano de la mezcla /coctel **fibras crudas +proteinas**?
3. Solución de la tarea „Fermentación del metano/para obtener metano de la mezcla /coctel **fibras crudas + grasas**?
4. Solución de la tarea „Fermentación del metano/para obtener metano de la mezcla /coctel **fibras crudas + hidratos de carbono**?
5. Papel jugado por las Indicaciones especificas suministradas.
6. Componentes de la cadena de procesos a evaluar.
7. Comparación de resultados seleccionados entre el „Experimento especifico y la práctica usual“.
8. Resultados de la evaluación de los residuos provenientes del procesamiento de la cana de ázucar.
9. Formación acumulada de metano entre el Experimento especifico y los cálculos técnicos.
10. Bases normativas de protección disponibles.

Havanna, 06-2017

Kiepenkerl Sustainable Invest GmbH

GRUPO TCI S.A. TURISMO COMERCIO INDUSTRIA

1. Experiencias disponibles sobre la metanización de las fibras crudas.

La monofermentación de materias orgánicas ricas en fibras crudas (Restos de granos) se realiza normalmente desde el ano 2000 en la Instalación de biogas de Neukirchen, en Alemania. Volumen util del sistema anaeróbico: 3000 m3.

Otras posibilidades ya probadas de utilización de esta solución tecnica existen por ejemplo para la explotación biotecnológica, material y energética, de:

- Paja de cereales.
- Paja de maiz.
- Paja de arroz.
- Restos de plantas de algodón.
- Restos de frutales.
- Cáscaras de cebollas.
- Cáscaras de semillas de mostaza.
- Cáscaras de semillas de almendra.
- Cáscaras de semillas de cacao y café.
- Restos de la extraccción de cafeina en granos de café.

2. Solución de la tarea de fermentación para obtener metano con la mezcla/cóctel „Fibras crudas + proteinas“

Los resultados obtenidos al utilizar las indicaciones especificas fueron comprobados en la instalación de monofermentación de getreidepelzen y de proteina y schlempen de etanol ricos en proteinas y fibras crudas a base de Weisen en el reactor biotecnologico Bad Koestritz en Alemania desde el 2006.
Volumen util del sistema anerobico 12000 m3.
Otras posibilidades de utilización de de esta solución tecnica probada existen por ejemplo para la explotación biotecnologica material y energetica de:

- Hollejo de cerveza.
- Pulpa de innstalaciones de producción de almidón.
- Restos de la elaboracion de productos a base de papas, manioca y Kassava.
- Productos residuales de la industria molinera. Por ejemplo salvado.

Havan

3. Solución de la tarea „Fermentación <u>del metano/para obtener metano</u> de la <u>mezcla /coctel</u> fibras crudas + grasas.

Los resultados obtenidos al utilizar las indicaciones especificas fueron comprobados en la instalación de monofermentación de Manojo de fruta vacía [Empty Fruit Bunches (EFB)] y aguas residuales ricas en grasas provenientes de la industria de extracción de aceite de palma en el bioreactor de Sangatta, en Indonesia desde 2014.

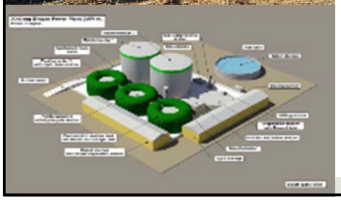
Volumen util del sistema anaeróbico: 21000 m3.

Otras posibilidades de utilización de esta solución tecnica probada existen por ejemplo para la explotación biotecnologica material y energetica de:

- Restos de la obtención de aceite de soya.
- Restos de la obtención de aceite de canola.
- Restos de la obtención de aceite de oliva.
- Restos de la obtención de aceite de girasol.

4. Solución de la tarea „Fermentación <u>para obtener metano</u> de la <u>mezcla /coctel</u> fibras crudas + hidratos de carbono.

Posibilidades de lograr una explotación biotecnologica material y energética amistosa con el medio ambiente y tecnicamente anspruchslose existen en particular:



- **en la explotación de la cana de azúcar.**
  - Para la paja y el cogollo.
  - Para el bagazo.
  - Para la melaza.
  - Para los lodos.
  - Para la Vinaza.
  - Para residuales liquidos de levadura
- En la produccion de azúcar de remolacha.
- Para la conservación de frutas.
- En la Industria conservera,….

5. Función de las indicaciones especificas.

Objetivo: Obtención de indicadores de planeamiento a nivel de laboratorio y de instalación tecnologica.

Método:

- **Utilización de un <u>microcultivo adaptado o especifico</u>.**
- **Ejecución de los pasos determinantes para el ensayo, en particular**
  - **Molida del <u>material/materia prima</u> a utilizar,**
  - **Producción de una biosuspension a partir del microcultivo especifico.**
  - **Obtención de un hidrolizado mediante la hidrolisis aerobia de la biosuspensión.**
  - **Fermentación metanica del hidrolizado en un medio mesofilo.**
  - **Determinación precisa del desprendimiento de gases y de la calidad del mismo,**
  - **Obtención de los indicadores mas inportantes de planeamiento.**
- **Aseguramiento de las condiciones mas reales posibles para el ensayo.**
- **Consideración de las precisiones de transferencia alcanzables.**

6. Componentes ineludibles de la cadena de procesos.

Pos.	Paso del proceso.	Realizado con las indicaciones especificas de ensayo.	Realizado en la Instalación técnica.
1.	Molida de la materia prima / Cóctel	Si	Si
2.	Proceso de suspensión con el microcultivo especifico.	Si	Si
3.	Manejo hidrilítico en el cultivo adaptado/Transformado.	Parcialmente	Si
4.	Fermentación en el cultivo mesófilo adaptado/Transformado	Parcialmente	Si
5.	Postfermentación en el cultivo termófilo adaptado/transformado	No	Si
6.	Tiempo minimo de tratamiento anaerobico de 25 d minimo	Si	Si
7.	Aseguramiento de la estabilidad del proceso en el sistema biotecnologico de gran volumen.	No	Si

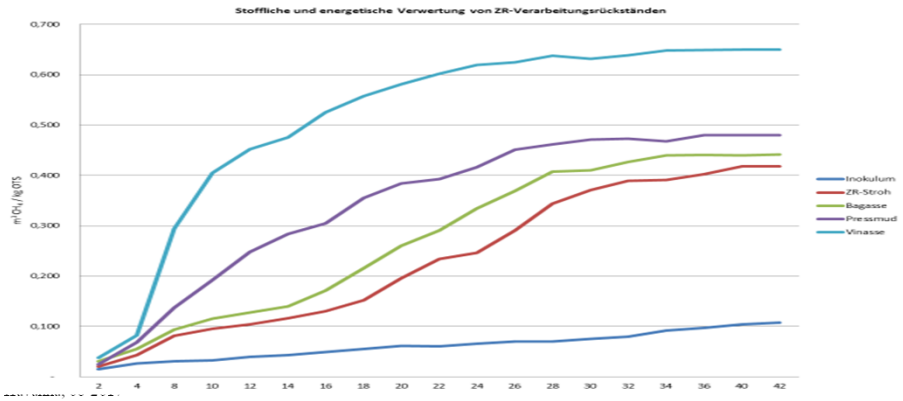
7. Comparación de los resultados obtenidos con el ensayo especifico y en la instalación técnica. (Selección).

Pos.	Residuos ensayados	Resultados del ensayo en m³ CH_4/kg oTS	Resultados en la instalación técnica en m³ CH_4/kg oTS
1.	Cascaras molidas de cereales	0,47/0,49	0,46/0,48
2.	Residuos molidos de la refinación de semillas oleaginosas	0,50/0,53	0,49/0,51
3.	Restos de la poda de pastos	0,45	0,43
4.	Restos de trigo	0,51	0,50
5.	Mosto de cerveza	(0,48)	-
6.	Salvado de trigo	0,53	0,52
7.	Residuos de la despulpación del café	(0,47)	-
8.	Racimos vacios de frutas	0,55	0,53
9.	Fibras mesocarpianas	(0,44)	-
10.	Efluentes de aceite de palma	0,60	0,59
11.	Lodos decantados	0,63	0,62
12.	**Muestra**	**100 %**	**97,5 %**

8. Comparación de los resultados de evaluación de los residuos de la producción de azúcar (Brasil y Cuba) con los cálculos realizados en la instalación técnica

Pos.	Residuos ensayados	Resultados del ensayo en m³ CH_4/kg oTS		Base de cálculo para la instalación técnica en m³ CH_4/kg oTS
	Tiempo de tratamiento	**25 d**	**40 d**	
1.	Paja de cana Cuba	0,32	0,42	0,39
2.	Bagazo Cuba	0,38	0,44	0,46
3.	Bagazo Brasil	(0,37	0,42)	-
4.	Lodos Cuba	0,46	0,48	0,46
5.	Lodos Brasil	(0,45	0,48)	-
6.	Vinaza Cuba	0,62	0,65	0,62
7.	**Residuos cubanos en total**	**92,2 %**	**103,1 %**	**100 %**

9. Representación del comportamiento de formación de gas para los diferentes materiales en el ensayo específico.



10. las patentes como la base de de protección la implementación del proyecto

No. Del Documento	Nombre abreviado
DE 102014001907 A1	Aprovechamiento biotecnológico de residuos de fábricas de cerveza
DE 102014001912 A1	Aprovechamiento biotecnológico de residuos de destilerias de etanol
DE 102014001909 A1	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de la producción de almidón
DE 102014001910 A1	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de la elaboración de productos a base de papas
DE 102014005270 A1	Aprovechamiento biotecnologico de paja
DE 102016000189.4	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de efluentes de molinos de aceite de palma
DE 102016013620.0	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de la producción de azucar de cana
PCT/DE2017/000001	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de efluentes de molinos de aceite de palma.
PCT/DE2017/00013	Aprovechamiento biotecnologico de residuos de la producción de azucar de cana

Gracias por su atención

Los autores agradecen
la atención prestada.

Prof. Dra. Ileana Pereda &
Dr. Jochen Auerbach

Facultad de Quimica
Universidad Tecnológica de La Habana
José A. Echeverria CUJAE
La Habana, Cuba,
eMail: ileana@quimica.cujae.edu.cu

Senior Consultant
Ingenieurbüro APELT
Büro für Bau-, Umwelt- und
Bioenergietechnik
eMail: auerbach41@gmx.de
D-99092 Erfurt

Soluciones para la producción de azúcar

Keller & Bohacek GmbH & Co. KG
Düsseldorf

Dr. Nils Retzmann
nretzmann@kebo.de

Ing. Manuel Pelaez
pelae03z@gmail.com

Ing. José Alvarez Herrera
alvarez.joseramon@yahoo.es

Azúcar

Etanol

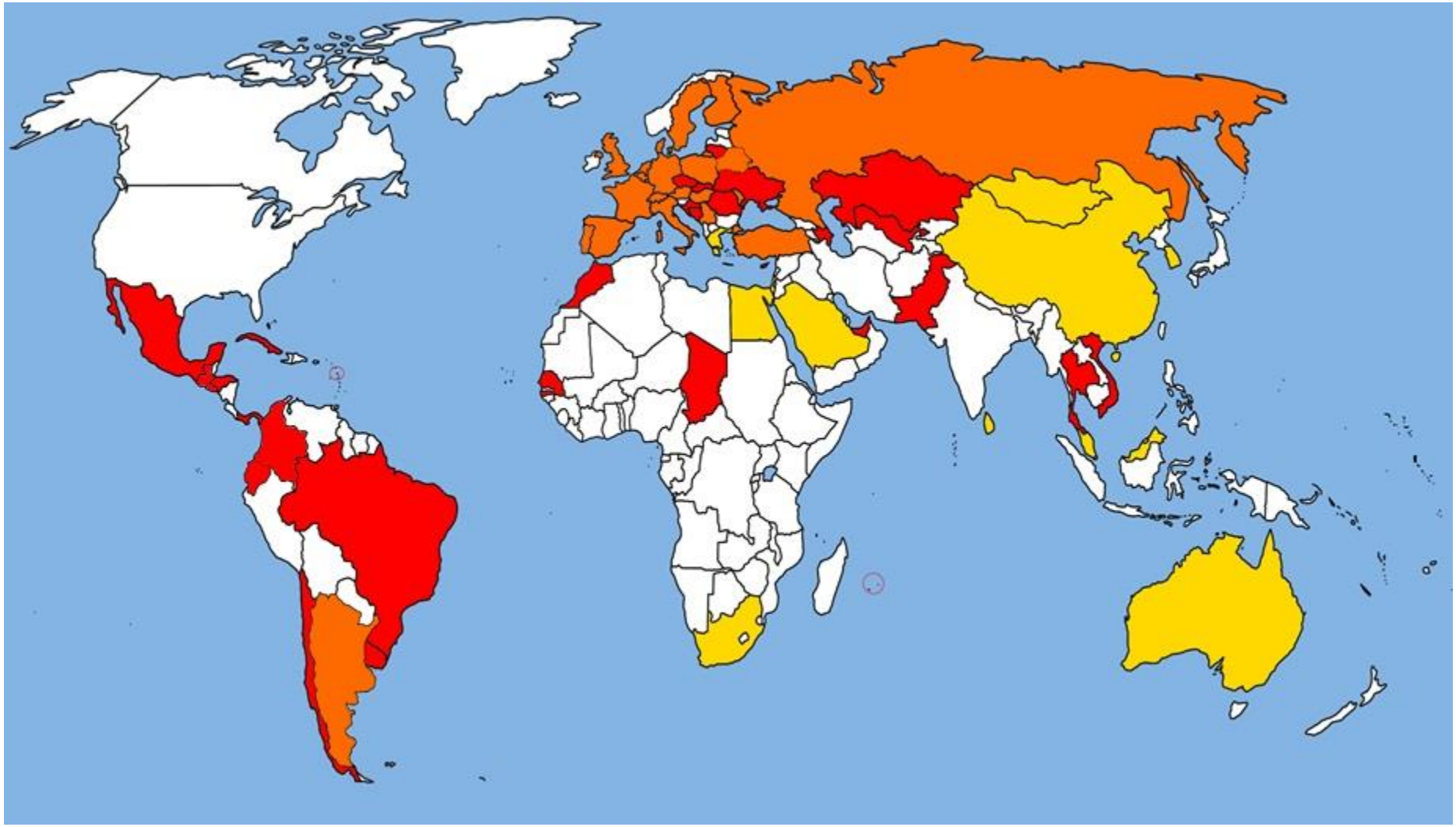
Tratamiento de agua

Acero

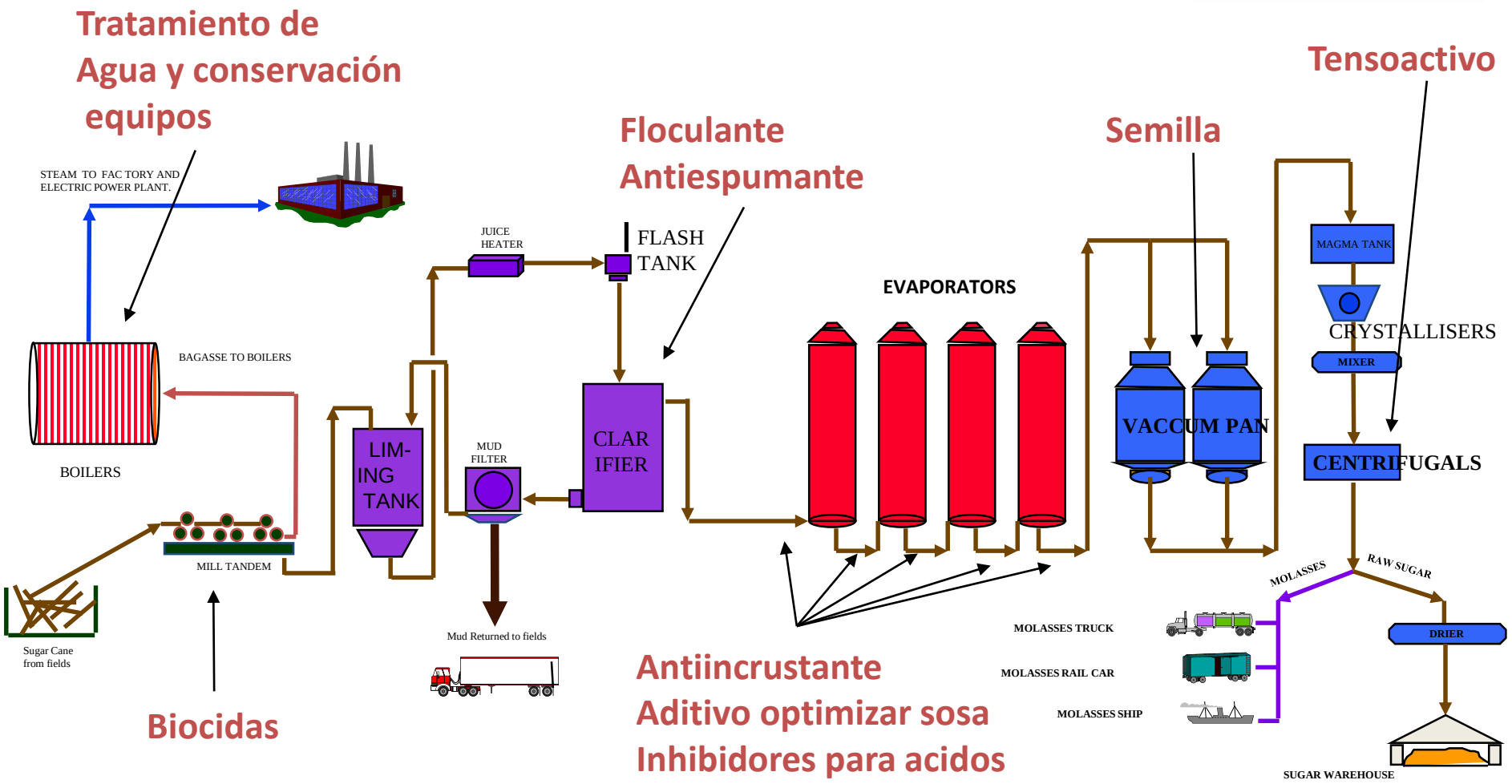
Azúcar & Etanol

todos productos Kebo

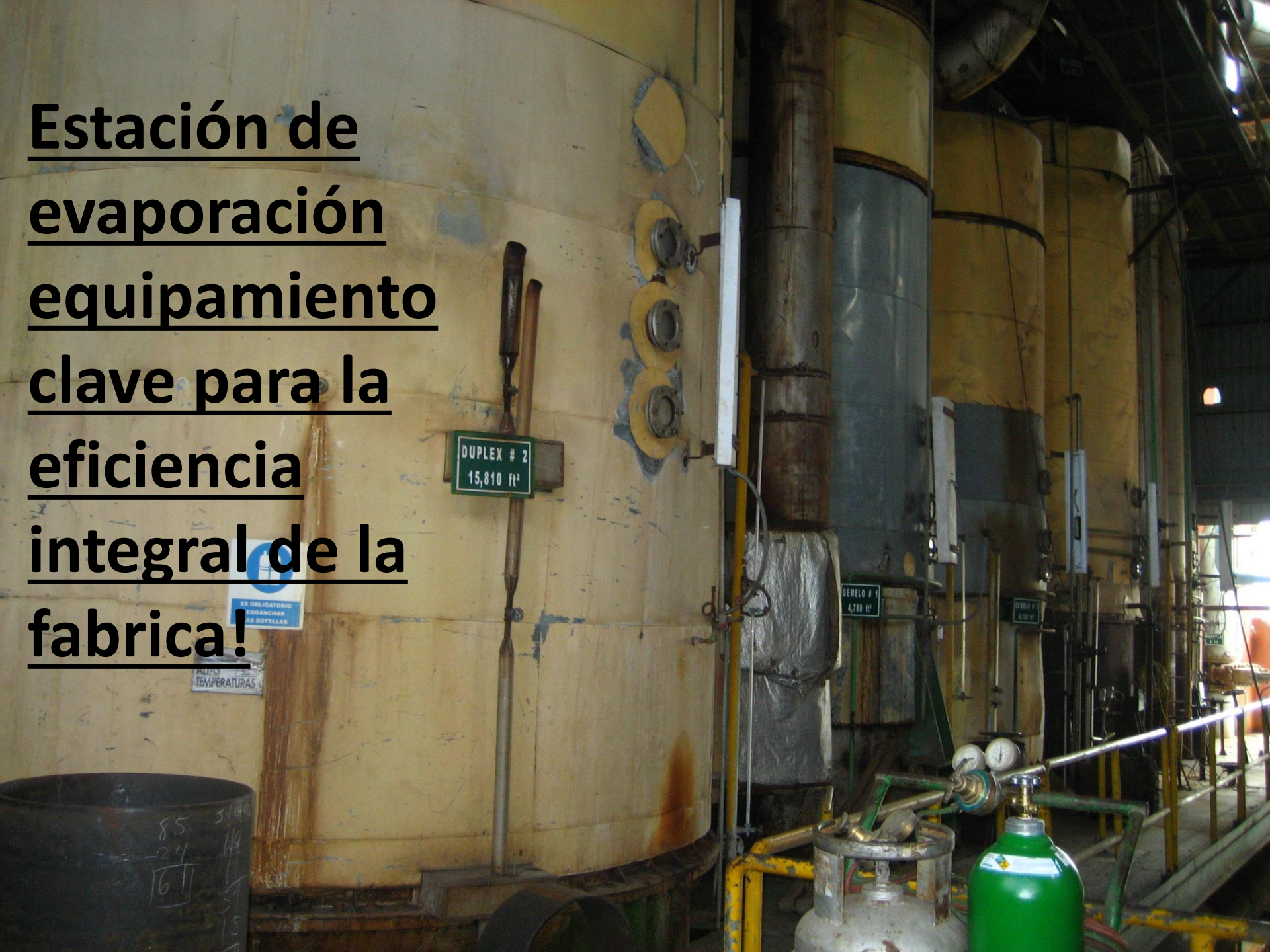
Acero & Limpieza



El rango de los productos KEBO



CLARIFICACION DE JUGOS
FLOCULANTE KEBO TW 514
ALTO PM
OPTIMO GRADO CARGA IONICA
ALTA VELOC SEDIMENTACION



Estación de evaporación equipamiento clave para la eficiencia integral de la fabrica!

ACCIONES PARA FORTALECER LA EFICIENCIA DE LOS EVAPORADORES

REMOVER LAS INCRUSTACIONES

Totalmente químico sosa y acido

Combinación de químico y mecánico

Totalmente mecánico

RETARDAR LA DEPOSICION DE NUEVAS INCRUSTACIONES

Aplicación de un antiincrustante

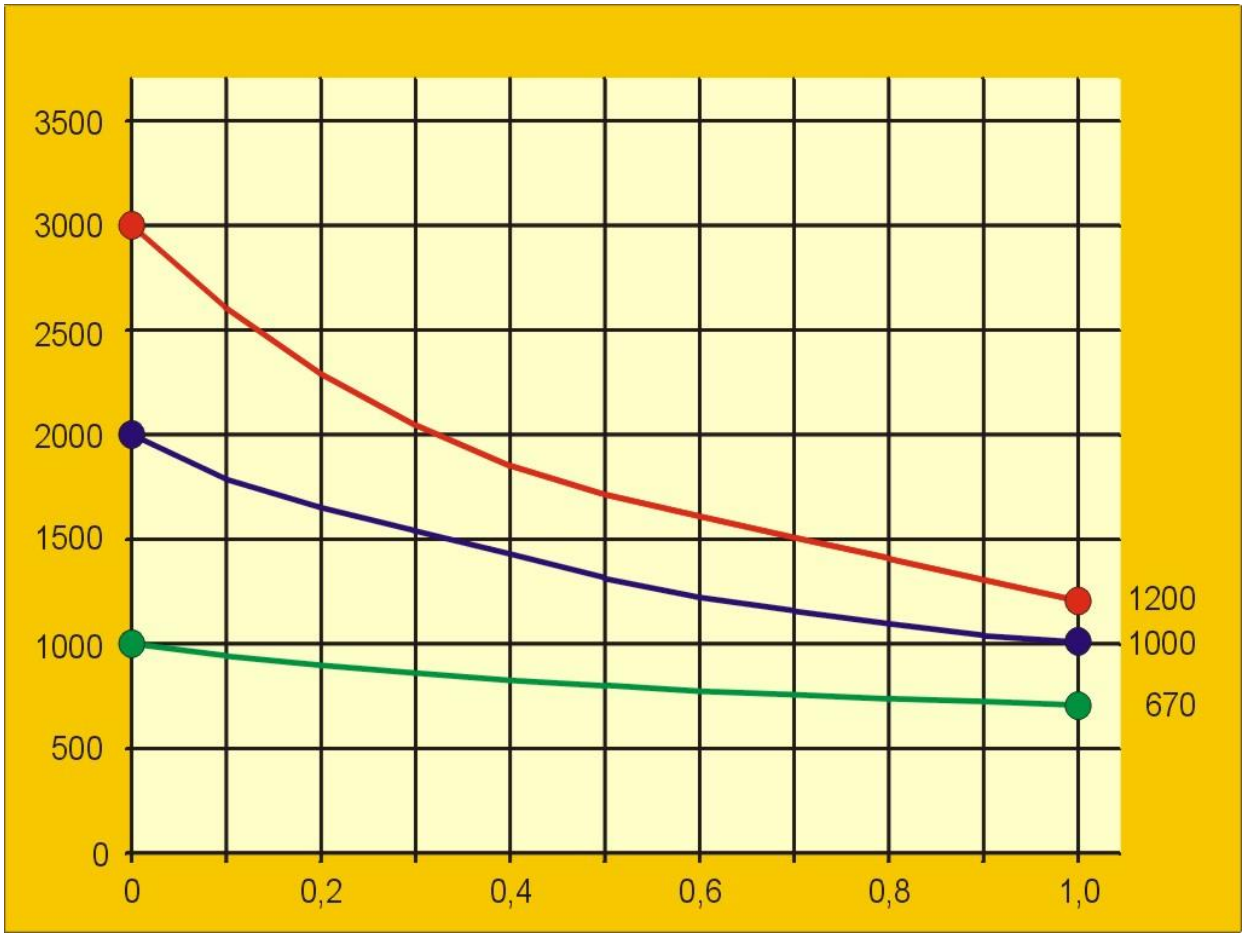
→ Kebo DS, DSM

Composición de las incrustaciones

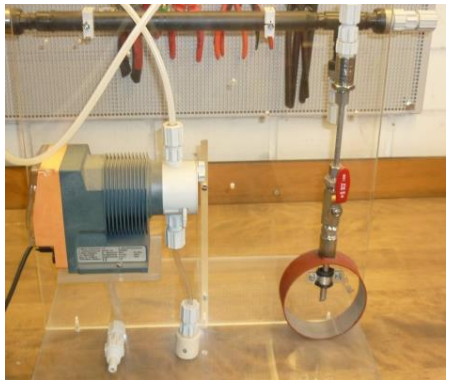
Country	Effect 1						Effect 2					Effect 3						Effect 4					
	CO_3	SO_3	SO_4	OX	PO_4	SiO_2	CO_3	OX	SO_4	PO_4	SiO_2	CO_3	SO_3	SO_4	OX	PO_4	SiO_2	CO_3	SO_3	SO_4	Ox	PO_4	SiO_2
Mexico	3	1	1	1	45	2	3	1	1	29	25	2	1	1	1	11	60	2	<1	1	11	1	53
Brazil										35			51			13			43				13
					44					35		8	35			20		11	34				13
Colombia				27	24						88						78						
Cuba															54		24			27	15		
India												18			55	10		14			65		10
	16			13	52		19			50		13			48	16					60	12	
								13		40				13		38				34	28		
Indonesia			24		19							15		27			21			20			28
	86																	17		37			22

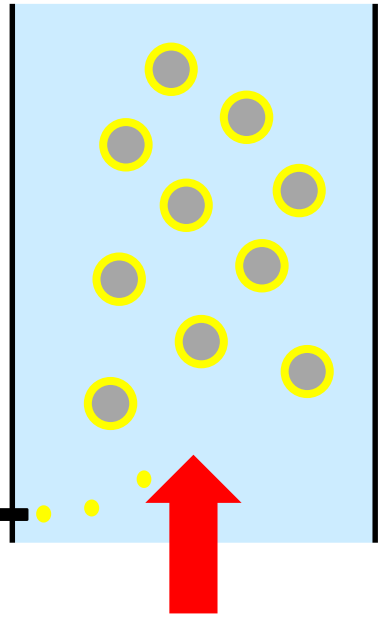
* Análisis de la composición de las incrustaciones/ jugo así come la investigación de remoción de las incrustaciones con una limpieza química por nuestro laboratorio en Düsseldorf

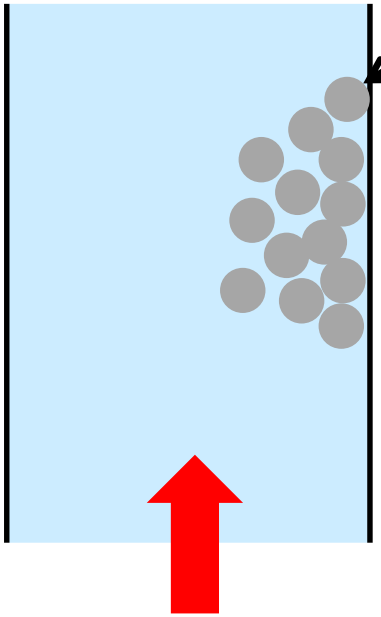
Dependencia de la transferencia de calor y con el espesor de la incrustación



„El principio“ KEBO DS, DSM







Kebo DS,DSM

Jugo con
Kebo DS.DSM

Jugo

Incrustación

Microcristales de Calcio:

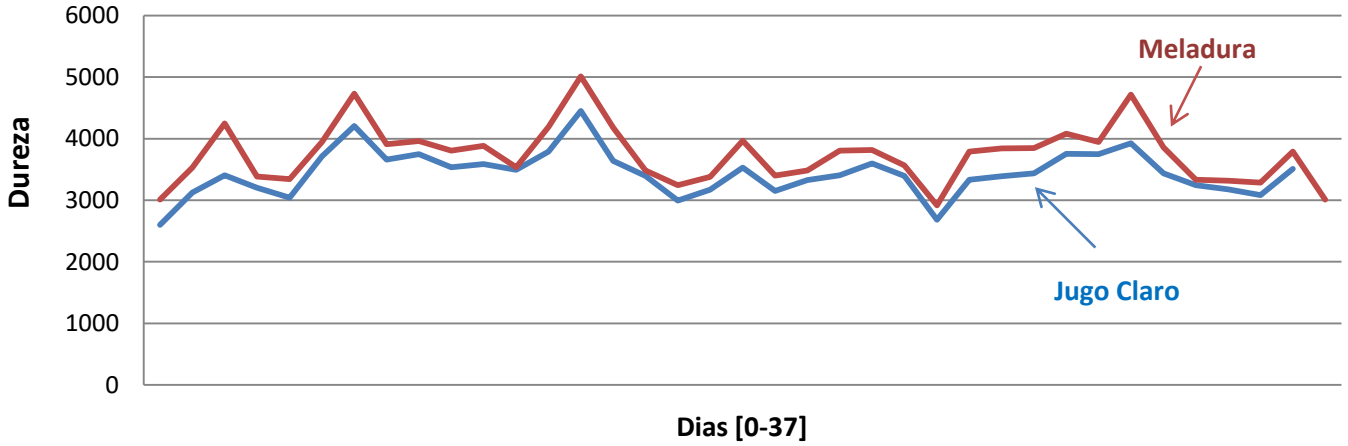
$CaCO_3$, Ca_3PO_4,
$CaSO_4$, $CaSO_3$,
CaC_2O_4, $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$,
$Ca_3(C_6H_3O_6)_2$

Microcristalles con Kebo DS.DSM

Prevención de incrustación con KEBO DS

a) Extender los ciclos entre limpiezas manteniendo brix estable en meladura

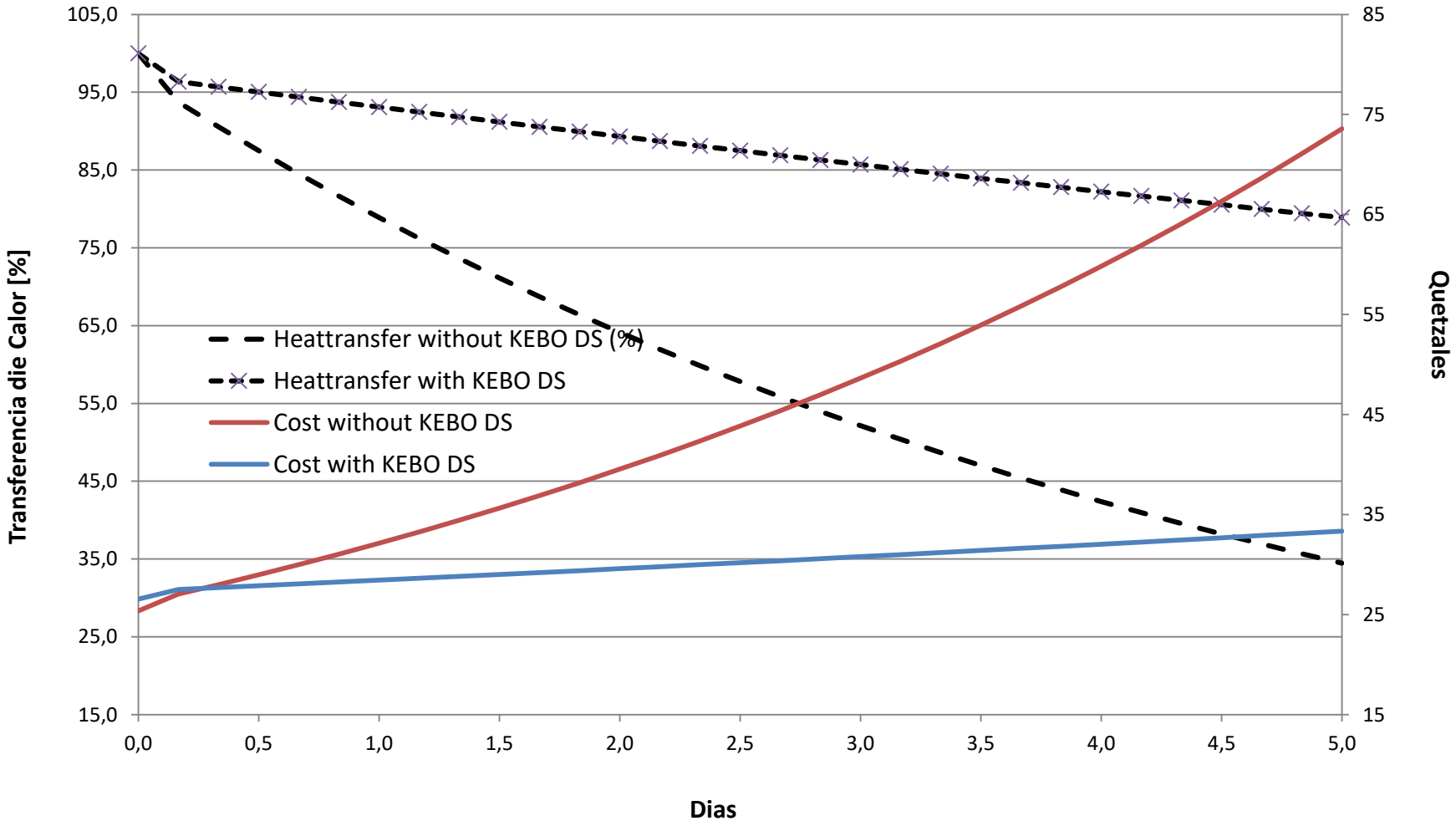
b) Mantener los ciclos existentes por razones agricolas o sociales manteniendo brix estable en meladura y economizando productos y tiempo en la limpieza



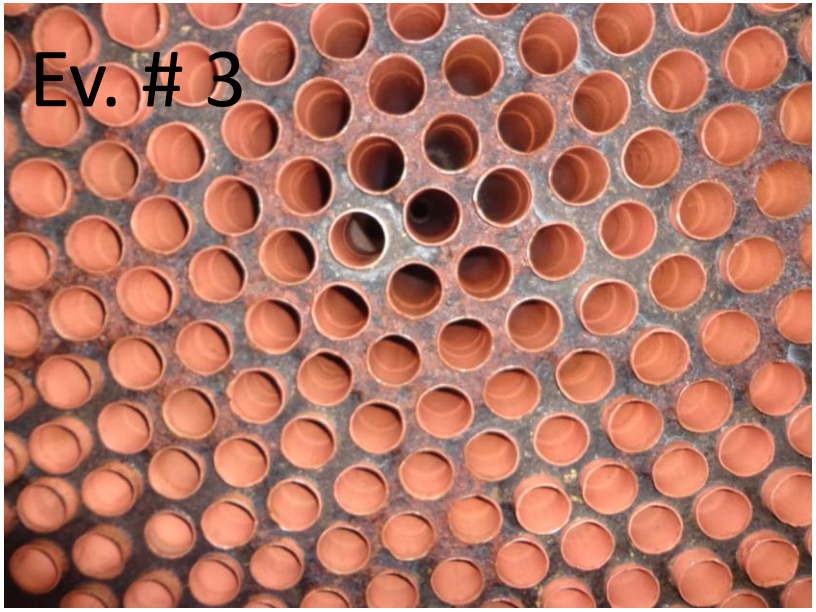
PERIODO	t de caña
Ene 31 – Feb 13 (2011) sin ant. (14 Dias)	63,308
Feb 14 - Feb 27 (2011) sin ant. (14 Dias)	68,222
Mar 14 – Mar 27 (2011) sin ant. (14 Dias)	76,584
Feb 24 - Mar 24 (2012) con ant. (30 Dias)	**171,600**

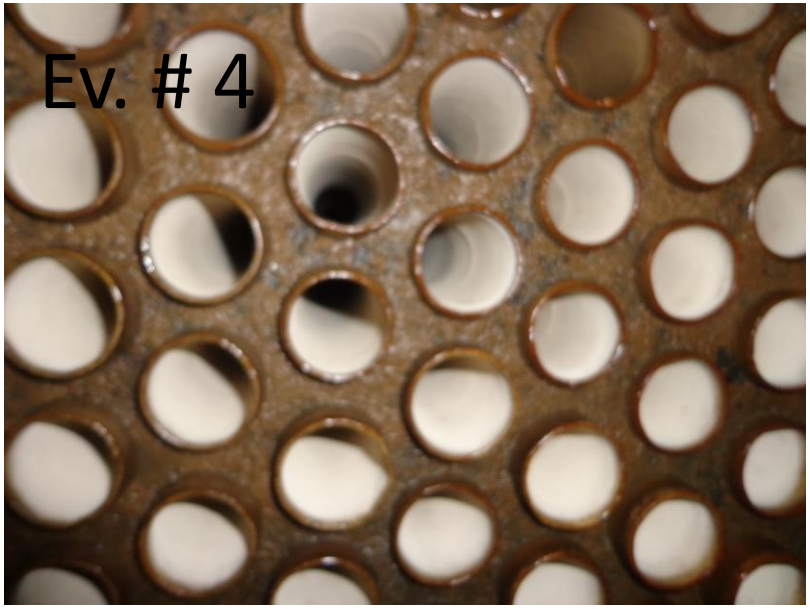
Economía de Incrustación

Prueba Industrial: Trinidad- San Diego [Guatemala 2016]



Tubos despues de **27 dias** con el Kebo DS,DSM





ACCIONES PARA FORTALECER LA EFICIENCIA DE LOS EVAPORADORES

REMOVER LAS INCRUSTACIONES

Totalmente químico
sosa y acido → Keboplex SC y Lithsolvent

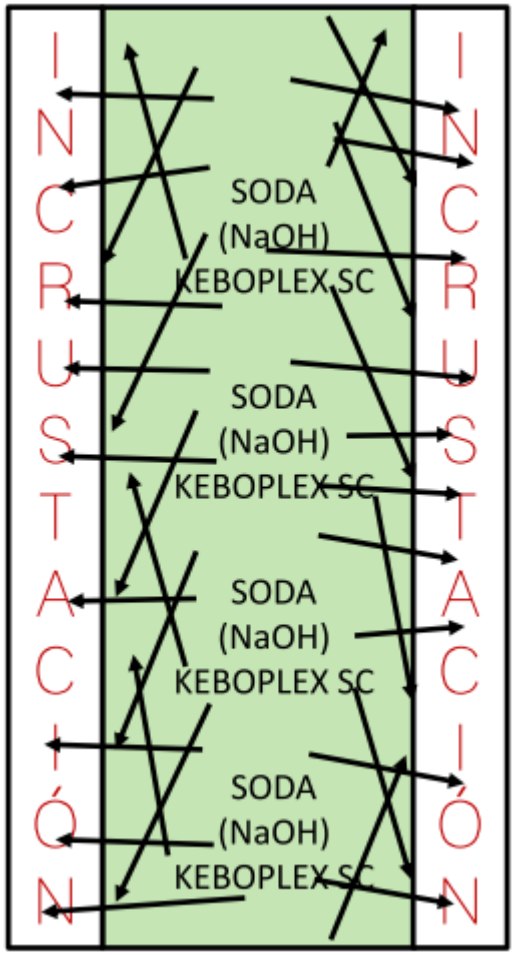
Combinación de químico y mecánico → Keboplex SC

Totalmente mecánico

RETARDAR LA DEPOSICION DE NUEVAS INCRFUSTACIONES

Aplicación de un antiincrustante

Aditivo “Keboplex SC” en la sosa



Surfactante y Dispersante penetran dentro estructura alterando superficie interna

Estructura interna “colapsa”

Optimiza trabajo del hidrojet o del ácido

Deja la superficie mas limpia

Retarda desposesión de incrustación

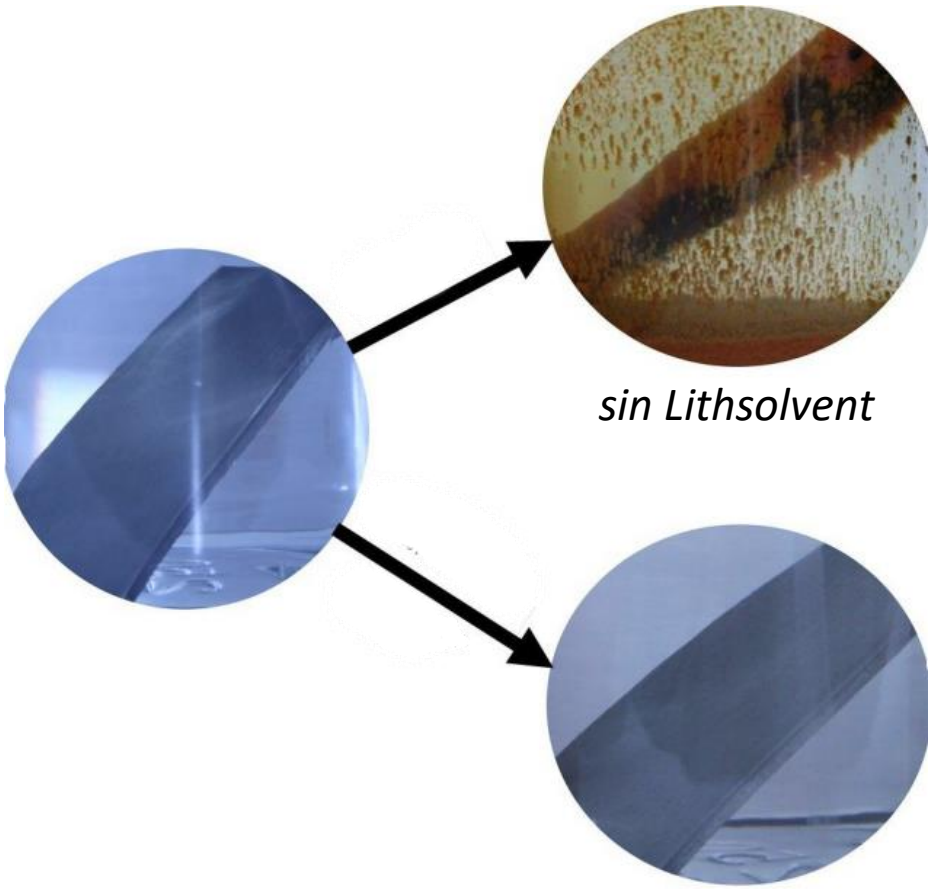
TUBOS MELADOR
DESPUES DE ENJUAGAR

DESPUES DE HERVIR
SOSA SIN ADITIVO Y
LIMPIEZA MECANICA

DESPUES DE HERVIR
SOSA CON ADITIVO
KEBOPLEX SC

DESPUES DE SOSA
CON KEBOPLEX SC Y
LIMPIEZA MECANICA
IGUAL RESULTADO
CON ACIDO

“Lithsolventes”- inhibidores de corrosión



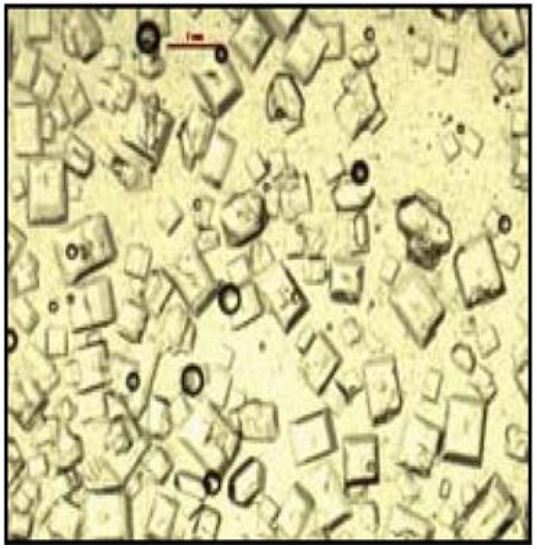
sin Lithsolvent

*con **Lithsolvent***

Inhibidores de corrosión para proteger la superficie de equipo durante la limpieza acida.

- *Acido clorhídrico*
- *Acido fórmico*
- *Acido fluorhídrico*
- *Acido fosfórico*
- *…..*

Kebo Slurry- Medio de Semillamiento



- Listo para aplicar sin preparación adicional
- Estado estable de la suspensión de KEBO SLURRY consecuencia de su mayor densidad y viscosidad garantizan introducir al tacho la cantidad exacta de cristales
- Mayor uniformidad de los cristales
- Menos tiempo de elaboración de las Masas
- Mayor productividad al aumentar la producción

	Isopropanol Home Slurry						**KEBO Slurry**			
	Azúcar		Masa				Azúcar		Masa	
	R	B	R	B			R	B	R	B
08. Jan	681	923	1300	1710		21. Jan	716	920	1380	1520
09. Jan	410	1196	960	1950		22. Jan	822	803	1570	1210
10. Jan	441,5	1122	960	1980		23. Jan	925	768,5	1380	1410
11. Jan	360	1265,5	990	1890		24. Jan	817,5	609,5	1440	960
12. Jan	375	1300,5	1020	2010		25. Jan	869	733	1580	1210
13. Jan	485	1204	1030	1820		26. Jan	767	900,5	1500	1440
Suma	2752,5	7011	6260	11360			4916,5	4734,5	8850	7750
Suma total	9763,5		17620				9651		16600	
Azúcar/Masa	0,554114642						0,581385542			
Autmenta {%]	**2,7 % mas azucar por la aplicacion de Kebo Slurry**									

Tensoactivo facilita completar y ajustar la calidad de azúcar

KEBO

KEBOSOL CA

Aplicado directamente a las masas o mieles intermedias

- **Mayor calidad de semilla**
- **Mejor proceso de centrifugación y lavado**
- **Mayor recuperación de azúcar por masa y mayor calidad de Azúcar**
- **Mayor agotamiento en los cristalizadores**

Sistemas de enfriamiento

KEBOCOR

- Inhibidor corrosión
- Dispersador
- Prevención incrustación
- Proteccion equipos

Infección en Molinos

- Alteración de la caída normal de pza. entre jugos
- Alteración del pH
- Alteración del indice de acidez
- Valores anormales resazurina

Biocida Kebocid 310

¿Preguntas?

MUCHAS

GRACIAS

Una visión a futuro de la industria azucarera

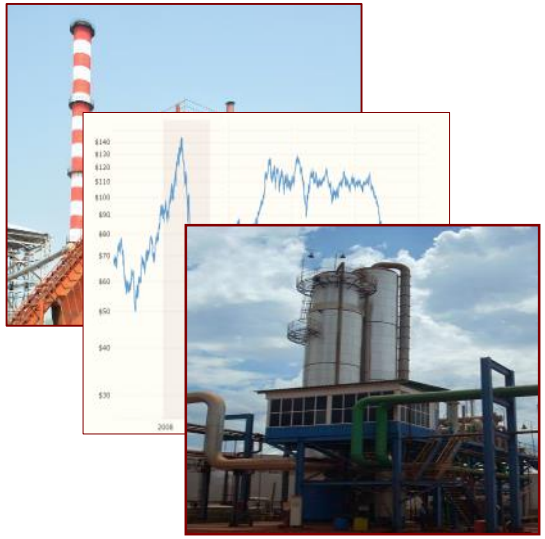
Kay Bouvet Engineering Ltd.

People make technology work

Carlos Gómez Legaspi - Director Desarrollo de Negocio

El futuro de la industria azucarera

Máxima eficiencia en plantación, cosecha y procesamiento

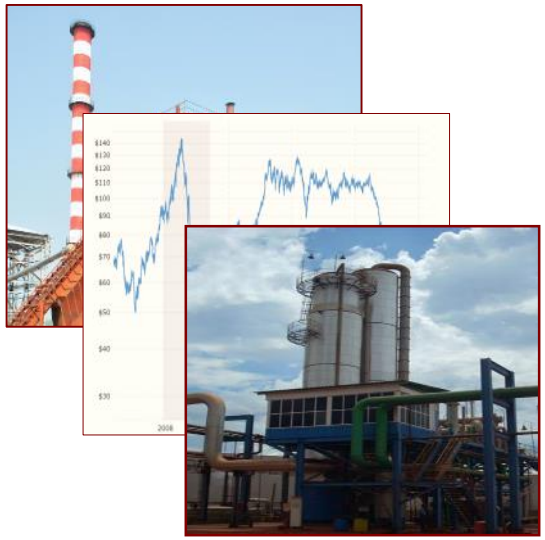


Establecimiento de una operación estable

Reducción del impacto medioambiental y social

El futuro de la industria azucarera

Máxima eficiencia en plantación, cosecha y procesamiento



Establecimiento de una operación estable

Reducción del impacto medioambiental y social

Búsqueda de la máxima eficiencia en las plantaciones de caña de azúcar

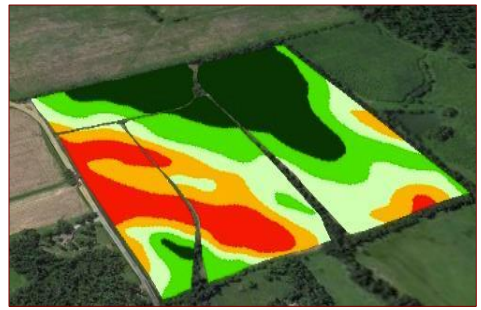
Laboratorios de desarrollo de semillas

- Desarrollo de especies de caña de azúcar adaptadas a cada plantación

Agricultura de precisión

- Estudio detallado mediante análisis avanzados del suelo para siembra de variedades adecuadas
- Control continuo de los distintos puntos de la plantación
- Aplicación de fertilizantes y otros productos en función de los resultados obtenidos en cada área

Objetivos en principales KPI para plantaciones de caña	
Toneladas por Hectárea	Más de 100T/Ha
Contenido de azúcar en caña	Más de 14%
Contenido de fibra	Menos de 14%



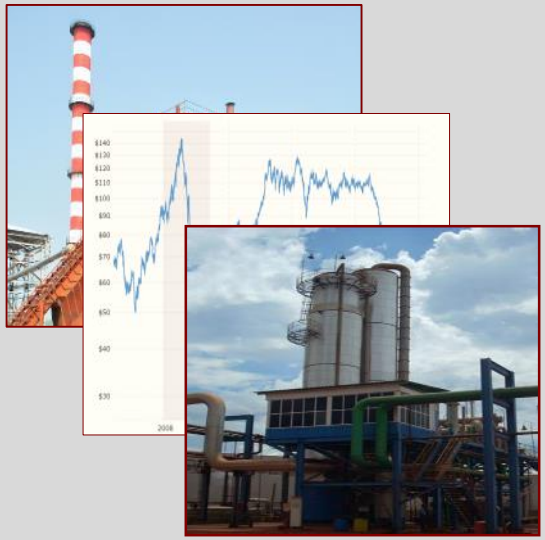
Última tecnología en maquinaria para centrales azucareros

Ejemplos de componentes críticos a renovar	Beneficios para el central
Preparación y casa de molinos • Fibrizers y sistemas TRPF/GRPF • Molinos de hasta 6 rodillos • Rodillos Lotus	• **Hasta un 60%** mayor capacidad de extracción • Mayor eficiencia en la extracción
Casa de calderas • Tachos al vacio continuos • Evaporador de película descendente • Secador tipo “Static fluidized bed dryer”	• **Hasta un 5%** ahorro en vapor consumido • Sustancial aumento en la calidad del azúcar producido

Objetivos en principales KPI para centrales azucareros	
Índice de preparación	**Más de 80%**
Índice de recuperación	**Más de 12%**
Tiempo perdido	**Menos de 3%**

El futuro de la industria azucarera

Máxima eficiencia en plantación, cosecha y procesamiento



Establecimiento de una operación estable

Reducción del impacto medioambiental y social

Las centrales de co-generación de energía renovable son inversiones rentables para cualquier central azucarero

Hoy en día el mundo sufre una limitada oferta de energía, pues las capacidades de generación no son suficientes por el incremento de demanda experimentado en las últimos décadas

En este momento es clave llevar a cabo **proyectos que traigan desarrollo socio-económico de las regiones y produzcan energía para permitir su crecimiento económico**

Puntos clave

- **Hasta 50MW de energía total generada** (más de un 80% distribuido directamente a la red eléctrica)
- **Consume únicamente subproductos del central azucarero**
- **Sostenible para el medio ambiente,** pues los residuos producidos se pueden utilizar como bio-compost

Las destilerías de etanol ofrecen una alternativa rentable a la producción tradicional de azúcar

Las fluctuaciones en el precio del petróleo dominan economías en todo el mundo pues muy pocos países tienen alternativas

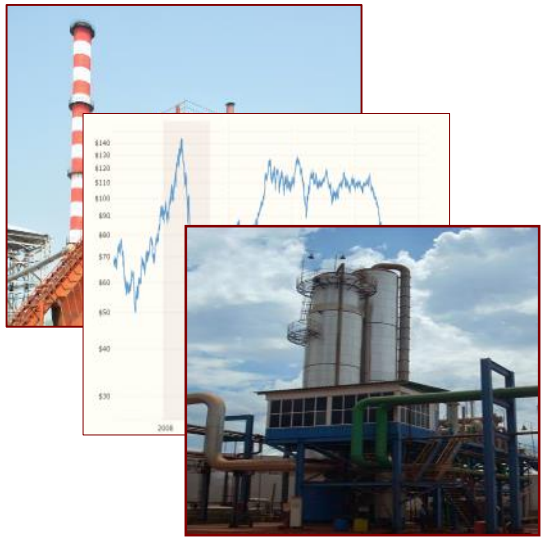
Brasil ha creado una **nueva manera de manejar esta situación utilizando bio-etanol** como una alternativa a los combustibles tradicionales

Puntos clave

- **Sostenible para el medio ambiente**, producción a partir de caña de azúcar
- **Mayor rentabilidad que el azúcar,** durante la última década en Brasil
- **Permite protegerse parcialmente frente a las fluctuaciones del precio del petróleo,** pero requieren un fuerte apoyo gubernamental para ser implementadas con éxito

El futuro de la industria azucarera

Máxima eficiencia en plantación, cosecha y procesamiento

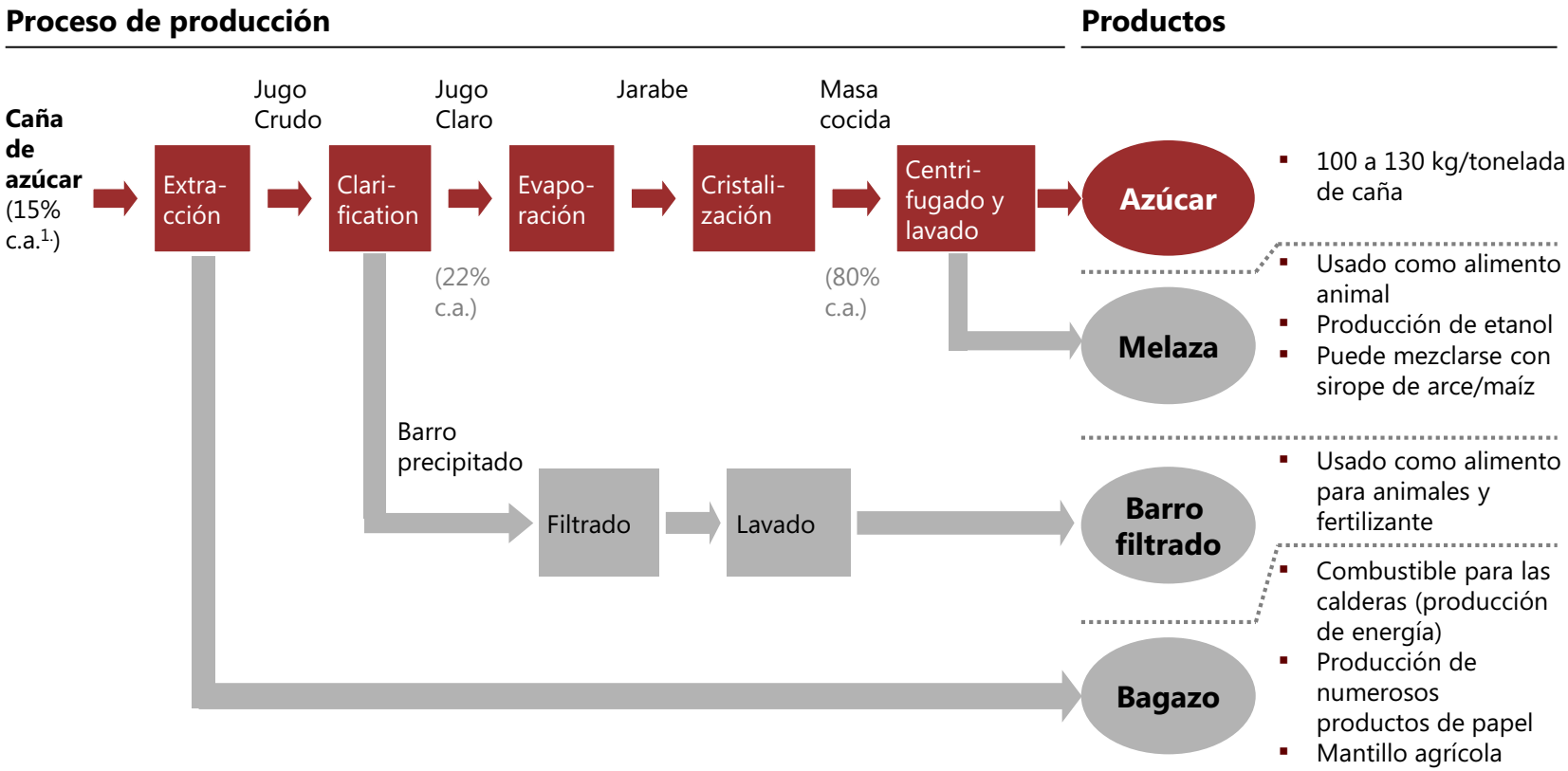


Establecimiento de una operación estable

Reducción del impacto medioambiental y social

El aprovechamiento de subproductos aumenta la eficiencia y es clave para alcanzar un balance medioambiental

Proceso de producción de Azúcar Crudo



- **Nuestra moderna maquinaria permite la reutilización eficiente de todos los subproductos del azúcar para sus respectivas aplicaciones**
- **Máxima reducción de emisiones mediante filtros electroestáticos**

1 Contenido de azúcar

Reducción del impacto social del azúcar en los próximos años alrededor del mundo

- **Reducción de la cosecha manual del azúcar,** la cual a pesar de tener **grandes impactos sociales y medioambientales** aún es utilizada mayoritariamente en países líderes en producción de azúcar como India, China y Brasil

- **Concienciación en la sociedad del consumo saludable del azúcar**, sin necesidad de acudir a tasas adicionales

Nuestra empresa

Kay Bouvet Engineering Ltd.

Introducción

- Enfocados en completar **centrales azucareros "llave en mano" y crear proyectos holísticos de desarrollo de azúcar,** desde la plantación de la caña hasta la construcción del central.
- **Más de 40 años de experiencia en la fabricación de maquinaria para la industria del azúcar**
- **Capacidades para diseñar, fabricar y operar proyectos azucareros de gran escala, hasta 30,000 TCD**
- Ventaja competitiva basada en **infraestructura de la más alta calidad, plantilla apta y versátil, y gestión de calidad certificada** (compañía ISO 9001:2015)
- Compañía líder en la India también en otras industrias como la **nuclear, espacial y defensa**, gracias a nuestros procesos de máxima calidad y rigor a nivel mundial

Más de 40 años de experiencia en la industria azucarera

1975

- **Primera unidad de fabricación** en Satara (Maharashtra)
- **Plantilla total:** 20 empleados

1995-1999

- Acreditados por el **National Co-operative Development Corporation (NCDC)** para la ejecución de centrales azucareras en modalidad EPC (ingeniería, compras, construcción)
- Numerosas **plantas de molienda y casas de calderas completadas**

2000-2010

- Inauguración de la **División de Productos Especiales para colaborar con el Departamento de Energía Atómica de la India**
- **Más de 50 proyectos comisionados** en modalidad EPC
- Numerosos **proyectos llave en mano de centrales azucareros**

2011-2015

- Recepción de los primeros **pedidos internacionales desde África y el Sudeste Asiático**
- **Más de 5 centrales azucareros "llave en mano"** completados
- Colaboraciones con el **Defence Research and Development Organisation (ISRO)** y el **Indian Space Research Organisation (ISRO)**

Today

- **5 oficinas:** Satara, Pune, Chennai, Delhi, Yamuna Nagar
- **3 Fábricas:** Satara and Yamuna Nagar
- **Plantilla total:** 850 empleados

Credenciales de Kay Bouvet Engineering

Calidad

- **Compañía ISO 9001:2015**
- **Certificado AS 9100 C** (fabricación de componentes aeroespaciales)
- **Sello ASME U & R Stamp**

Escala

- Capacidad fabricación de piezas únicas de hasta **200 Toneladas**
- Mas de **800 empleados**
- En proceso de fabricación de un **central azucarero de 8400TCD** para Mashkour Sugars (Sudan)

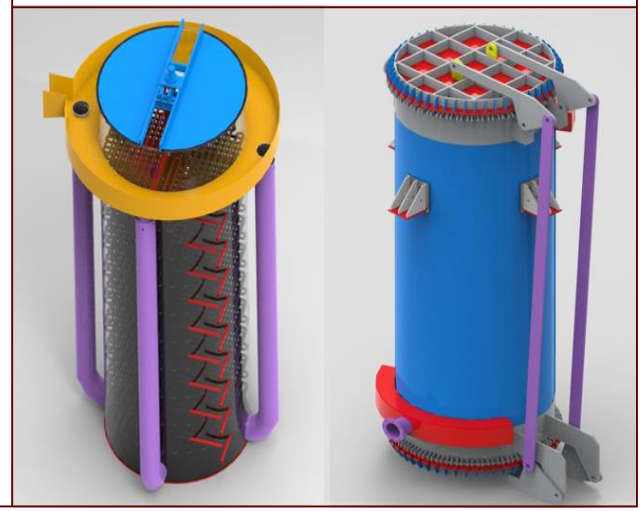
Innovación

- Introducción de **numerosas tecnologías innovadoras en la India durante las últimas décadas**
- **Diseño de piezas en 3D y análisis avanzado de estructuras para una instalación óptima**

CERTIFIED ISO 9001:2015 COMPANY

ASME U & R Stamp

SAE AS 9100C



Instalaciones con maquinaria de la más alta calidad

Dimensiones: 144m x 27m x 15m
Capacidad de Grúa: 200 Toneladas

Unit III – Satara

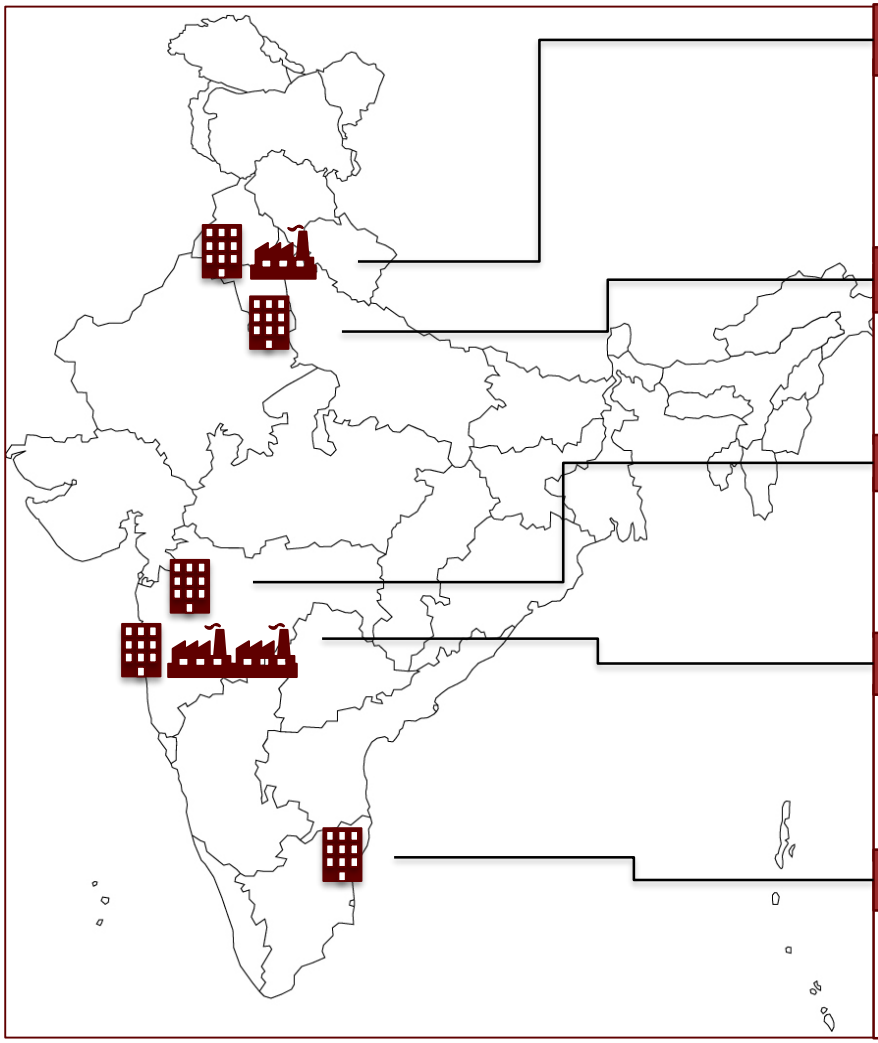
Instalaciones con maquinaria de la más alta calidad

Dimensiones: 120m x 20m x 10m
Capacidad de Grúa: 50 Toneladas

Unit I – Satara

Instalaciones para fabricación en Acero Inoxidable

Nuestra red de oficinas cubre los principales centros de negocios en la India



Yamuna Nagar

- Oficina – Marketing, Diseño de maquinaria y Producción
- Fábrica – Unidad II

Delhi

- Oficina – Marketing

Pune

- Oficina – Marketing y Diseño de maquinaria

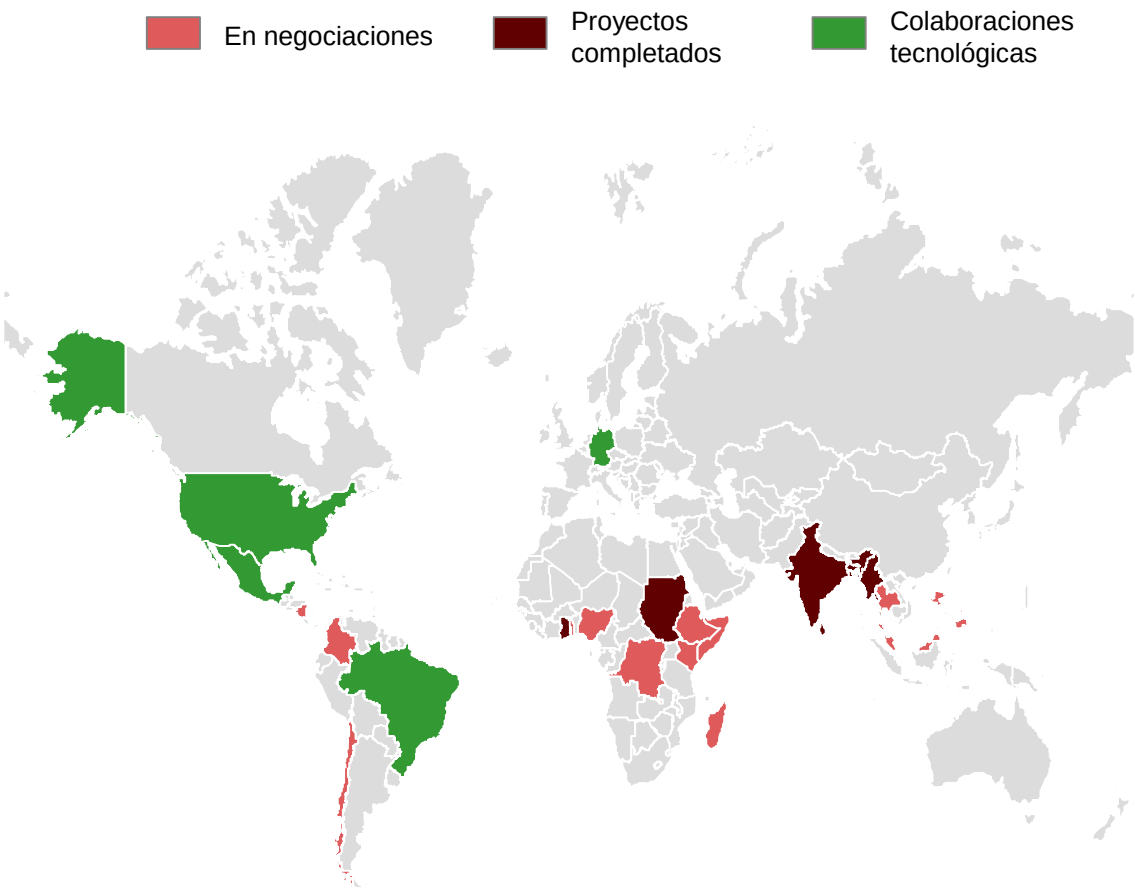
Satara

- Oficina Central – Marketing, Diseño de maquinaria y Producción
- Fábricas - Unidades I y III

Chennai

- Oficina – Marketing

Kay Bouvet ha expandido sus operaciones en todo el mundo durante los últimos años



Durante los últimos 5 años **Kay Bouvet ha expandido sus operaciones de manera global, con un claro enfoque en África y Sudamérica**

Alrededor del mundo existe una **clara necesidad de adoptar un enfoque holístico en proyectos para el desarrollo de azúcar**, desde las plantaciones de caña, pasando por el diseño del central, la fabricación y su mantenimiento

Durante los siguientes años **nuestro objetivo es llevar estas soluciones holísticas al Caribe y Sudamérica,** facilitando un rápido desarrollo industrial y social en las zonas cercanas a los centrales azucareros

Principales divisiones y servicios

Kay Bouvet Engineering Ltd.

Kay Bouvet Engineering se divide en dos divisiones de productos, con foco en proyectos de Azúcar

Kay Bouvet Engineering divide sus operaciones en dos principales actividades, manteniendo su foco en la industria azucarera:

- Desarrollar y completar **centrales azucareros "llave en mano"** y crear **proyectos holísticos de desarrollo de azúcar**
- Desarrollar y completar **proyectos especializados para las industrias nuclear, defensa y espacio de la India**

División del Azúcar

- Desarrollo de plantaciones de caña de azúcar
- Desarrollo y construcción de centrales "llave en mano"
  - Fabricación de maquinaria azucarera
  - Centrales eléctricas de Co-generación
  - Destilerías de Etanol
  - Sistemas de gestión de residuos
- Expansión o modernización de centrales
- Operación y mantenimiento de centrales azucareros

División de Productos Especializados

- Departamento Nuclear – colaboración con el Departamento de Energía Atómica de la India
- Departamento Espacial – colaboración con el Indian Space Research Organization (ISRO)
- Departamento de Defensa – colaboración con el Defence Research & Development Organization (DRDO)

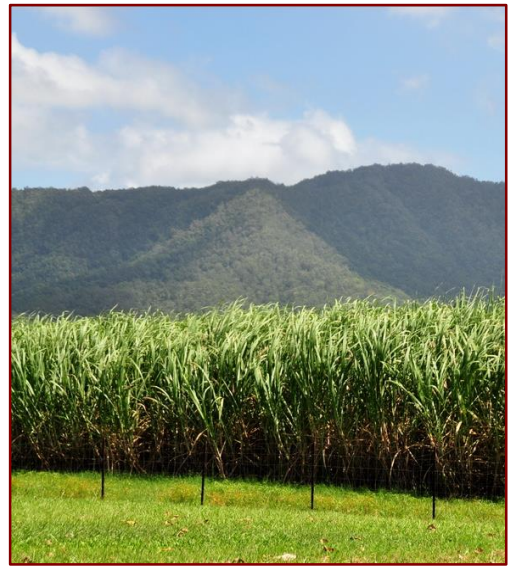
Desarrollo eficiente de plantaciones de caña, un primer paso clave para un proyecto azucarero exitoso

Preparación del terreno

- **Análisis preliminar del terreno y la región** – análisis de viabilidad
- Selección de **localizaciones apropiadas para la plantación de caña** – considerando razones sociales, económicas y naturales
- Desarrollo de un **reporte para la preparación del terreno**

Desarrollo de la caña de azúcar

- Selección de las **semillas más apropiadas**, de acuerdo con los análisis de viabilidad
- **Desarrollo de semillas en el laboratorio,** utilizando técnicas avanzadas (por ej. métodos de cultivo de tejidos)
- Utilización de **técnicas de cultivo eficientes** y aplicación de **bio-fertilizantes y bio-pesticidas** a las plantaciones
- Selección y desarrollo de **instalaciones de riego eficientes en base al terreno y la plantación**
- Recomendación de los **métodos más eficientes de cosecha y transporte**



Desarrollo de proyectos en modalidad “llave en mano”, en cualquier tamaño de central azucarero

Diseño

- **Desarrollo de dibujos técnicos de todas las partes del central azucarero**
- Selección de materiales adecuados para el proyecto
- Análisis avanzado de las estructuras de acuerdo con las características del terreno

Adquisición

- **Adquisición de la materia prima** necesaria
- Adquisición de materiales especializados necesarios para la maquinaria final
- **Realización de pruebas de calidad en todas las adquisiciones**

Fabricación

- Fabricación de todos los componentes del proyecto “llave en mano”
- Mecanizado de los componentes fabricados para asegurar la máxima precisión
- Realización de **pruebas de calidad en todos los componentes** terminados para asegurar su alto rendimiento
- Pulido y pintado para asegurar un acabado de alta calidad

Construcción y Mantenimiento

- Transporte de los componentes fabricados
- Supervisión de la construcción para **asegurar la instalación apropiada de la maquinaria**
- **Pruebas realizadas para comprobar la operación óptima de la maquinaria**

Este proceso de fabricación es utilizado para el desarrollo de todos los componentes en un proyecto “llave en mano”, incluyendo **centrales azucareros, centrales eléctricas de co-generación, destilerías de etanol y sistemas de gestión de residuos**

Operación y mantenimiento del central azucarero tras su construcción

Desarrollo de capacidades

- Desarrollo de **capacidades de gestión en la plantilla**
  - **Entrenamiento de la plantilla** sobre como operar un central azucarero
  - **Suministro de profesionales experimentados** para entrenar a la plantilla cualificada
- Desarrollo de una **estructura organizacional** para el proyecto azucarero

Planificación de las operaciones

- Desarrollo de claros **objetivos y** procedimientos para la operación del central azucarero por el tiempo especificado en el contrato
- Organización de los **consumibles del proceso** por el período de operación
- Claro **plan de producción para cada departamento**
- Planificación del traspaso de operaciones al finalizar el período de mantenimiento

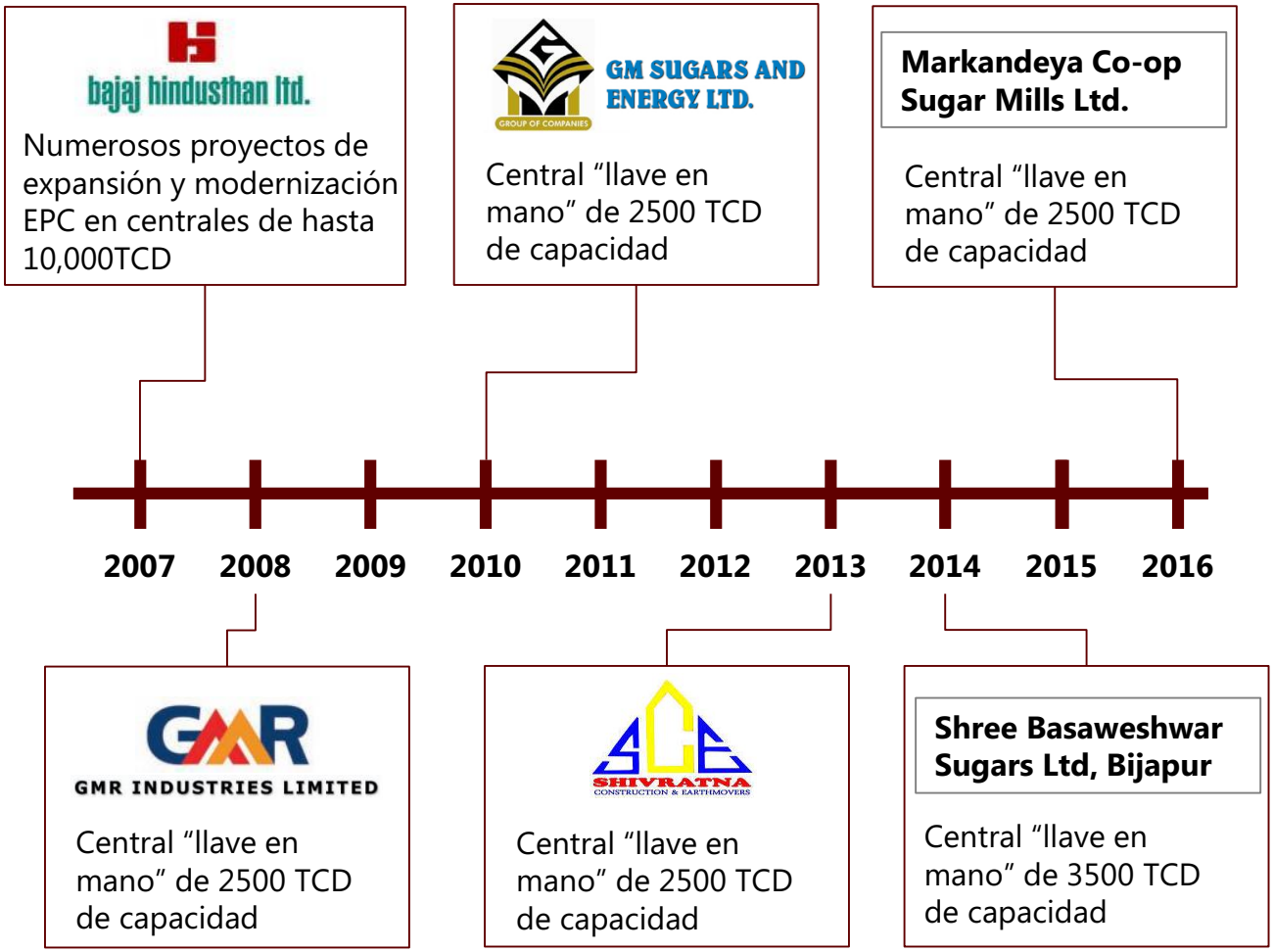
Control de la operación

- Definición de parámetros de eficiencia para el control de las operaciones en:
  - **Cada unidad** del central azucarero (principalmente en la extracción y las calderas)
  - **Operación general del central** (por ej. % Azúcar producido del total de caña de azúcar exprimida)

Trayectoria de proyectos “llave en mano“

Kay Bouvet Engineering Ltd.

Trayectoria exitosa de proyectos "llave en mano" en la industria azucarera en modalidad EPC



Además de proyectos "llave en mano" de central azucareros, durante los últimos 15 años **Kay Bouvet ha completado numerosos proyectos EPC:**

- **7 Centrales eléctricas de co-generación**
- **>15 Casas de extracción**
- **20 Casas de calderas**
- **>30 Evaporadores de película descendente**
- **15 Unidades "Static fluidized bed dryer"**
- **>50 Casas de evaporación**

Kay Bouvet ha completado centrales azucareros de la más alta calidad en modalidad EPC

Ejemplos de otros proyectos completados en modalidad EPC (1/2)

Casa de calderas - Central de 6250TCD, Rana Sugars

Unidad de descarga y preparación, Bajaj Hindusthan

Casa de molinos – Central de 6250 TCD, Rana Sugars

Estación de condensación de entrada única, Bajaj Hindusthan

Ejemplos de otros proyectos completados en modalidad EPC (2/2)

Caldera de 12MW, GM Sugar

Estación de conmutación, KPPL

Caldera de 6MW, KPPL

Cristalizador en vacío y tacho en vacío, Bajaj Hindusthan

Kay Bouvet tiene amplia experiencia en la construcción de centrales de co-generación de energía renovable

Centrales de co-generación completadas en modalidad EPC

- Rana Sugars Unit Buttar Sevian – 34 MW
- Rana Sugars Unit Moradabad – 29 MW
- Rana Sugars Unit Billari – 27 MW
- Rana Sugars Unit Shahabad – 27 MW
- Vijay Sugar – 12.5 MW
- GM Sugar – 12 MW
- KPPL – 6MW
- Todas las centrales incluyen sistemas de evacuación/distribución de energía
- **Central azucarero de 8400 TCD con central de co-generación de 44 MW actualmente en fabricación para Mashkour Sugar, Sudan**

Rana Sugars Unit Billari – 27MW

CONSTRUCCIÓN LLAVE EN MANO DE CENTRALES

PROYECTOS DE EXPANSIÓN Y MODERNIZACIÓN

PLANTAS DE CO-GENERACIÓN

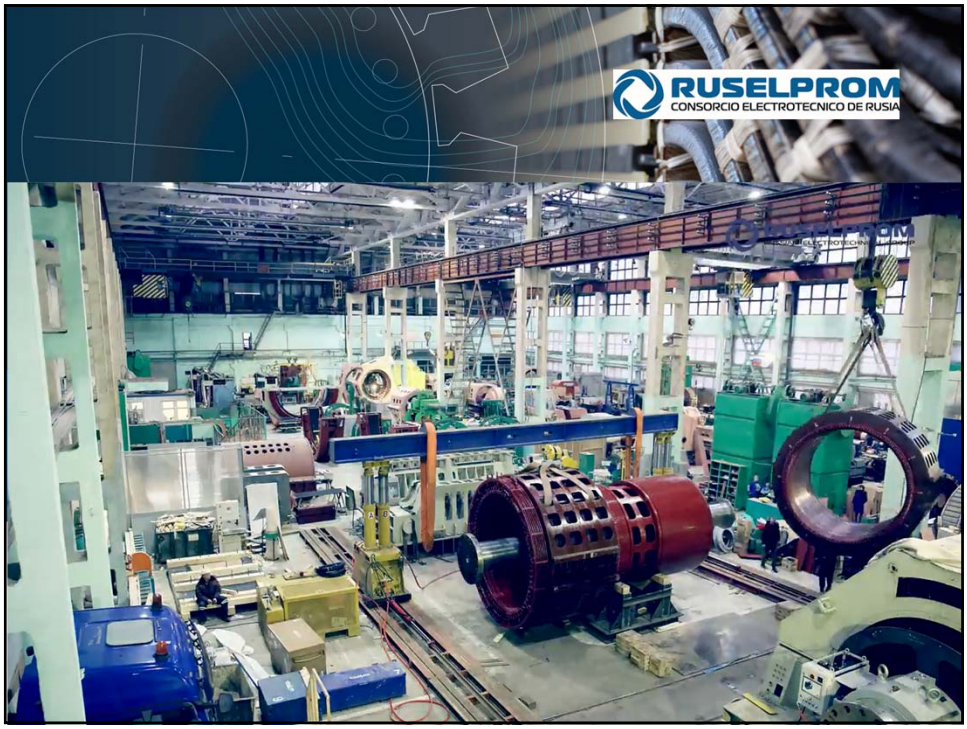
DESTILERÍAS DE ETANOL

DESARROLLO DE PLANTACIONES DE AZÚCAR

Kay Bouvet Engineering Ltd.

People make technology work

N-3, Addl. MIDC, Satara
Maharashtra, India – 415004
www.kaybouvet.com


RUSELPROM
CONSORCIO ELECTROTECNICO DE RUSIA

DISEÑO
PRODUCCIÓN
MONTAJE
GARANTÍA
EFECTIVIDAD
CONFIABILIDAD
EQUIPOS ELECTROTÉCNICOS
RUSELPROM
CONSORCIO ELECTROTECNICO DE RUSIA

RUSELPROM – uno de los mayores fabricantes de equipos eléctricos de la Federación de Rusia

RUSELPROM
CONSORCIO ELECTROTECNICO DE RUSIA

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Ubicación geográfica

52 paises utilizan los motores de Ruselprom

4500 trabajadores en plantilla

300 ingenieros y diseñadores

30 doctores en ciencia

FABRICA DE MOTORES ELÉCTRICOS DE SAFONOVO SEZ

VEMZ FABRICA DE MOTORES ELECTRICOS DE VLADIMIR

NIPTIEM

FABRICAS, CENTROS DE DISEÑO, DE INGENIERÍA Y DE SERVICIOS, PROGRAMA DE COLABORACIÓN DE RUSELPROM

Ваш эксперт в электродвигателях и приводах

5

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Ваш эксперт в электродвигателях и приводах

6

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

LINEA DE PRODUCCIÓN

MOTORES ELÉCTRICOS DE BAJO VOLTAJE
GOST/IEC/Ex/VFD
IP23/ie2

VEMZ

MOTORES ELÉCTRICOS DE BAJO Y MEDIO VOLTAJE
GOST/Ex/VFD/NPS/
IP23/
GENERADORES

FABRICA DE MOTORES ELÉCTRICOS DE SAFONOVO SEZ

MOTORES ELÉCTRICOS DE BAJO Y ALTO VOLTAJE
VERTICALES
SICRÓNICOS
ASINCRONICOSA
GOST/Ex/VFD/IP23/
TURBOGENERADORES
HIDROGENERADORES

FABRICA DE CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIAS DE LENINGRADO

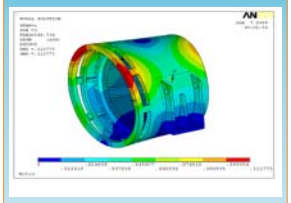
Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах

7

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

CICLO COMPLETO DE FABRICACIÓN DE LOS MOTORES

PROYECTO



- Diseño de nuevos motores eléctricos
- Elaboración de la tarea técnica acorde a la solicitud del cliente

FABRICACIÓN

- Certificación de los materiales
- Progamas de control de la calidad

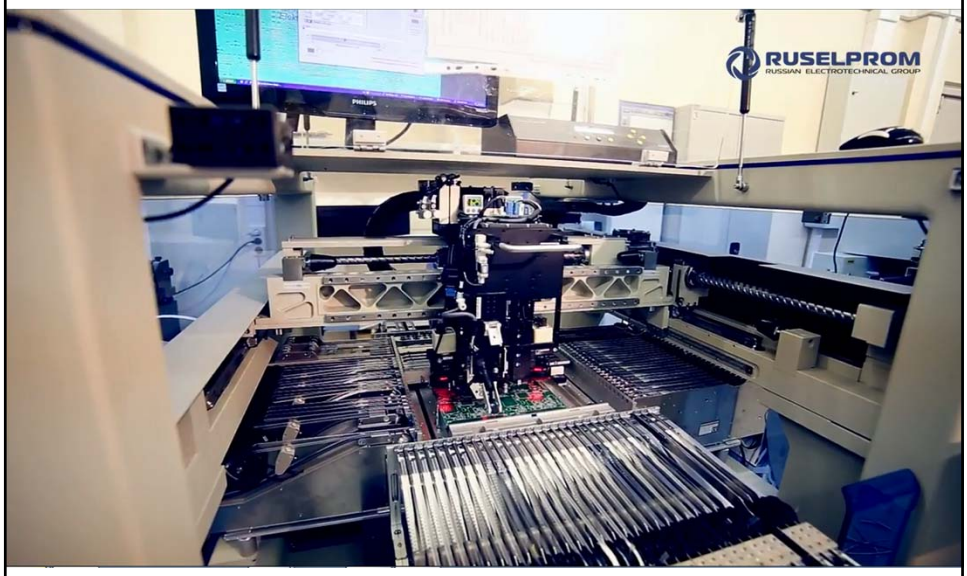
SUPERVISIÓN

- Supervisión del montaje del equipamiento

Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах

8

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН



Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах

9

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Clientes

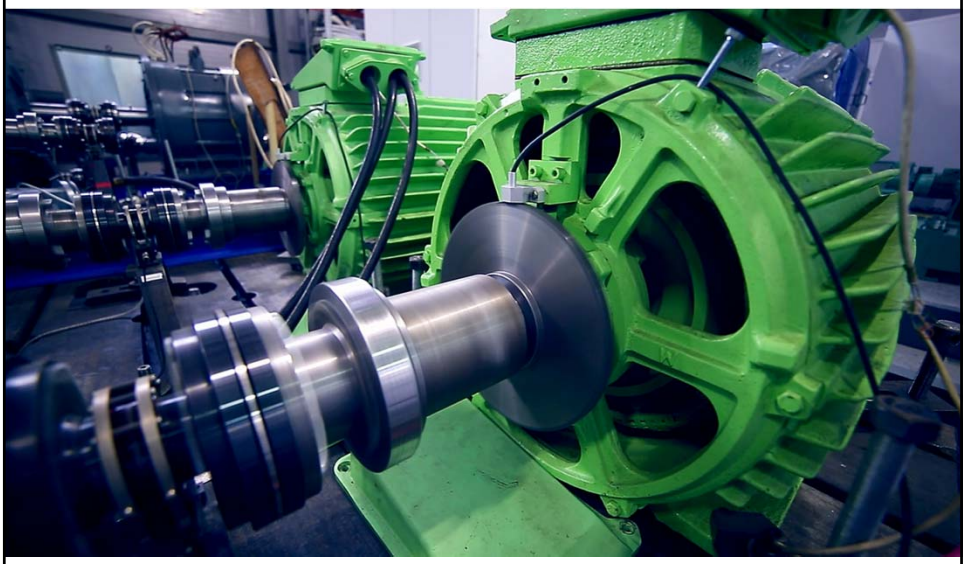
Energética	Gas y petróleo	Metalúrgica	Química
ОГК-2	Газпром	Норильский никель	EVRAZ
Росэнергоатом	Cupet	Severstal	Фосагро
Мосэнерго	Роснефть	Металлоинвест	Акрон
ТГК-1	LUKOIL	ММК	ЕвроХим
Интер РАО ЕЭС	TATNEFT	НЛМК	Уралхим
Фортум	СНГ	Северсталь	
КЭС холдинг			
e.on			
Enel			
Квадра			
Иркутскэнерго			

Azcuba

Energoimport

10

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН



11

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Estructura del consorcio Ruselprom

RUSELPROM

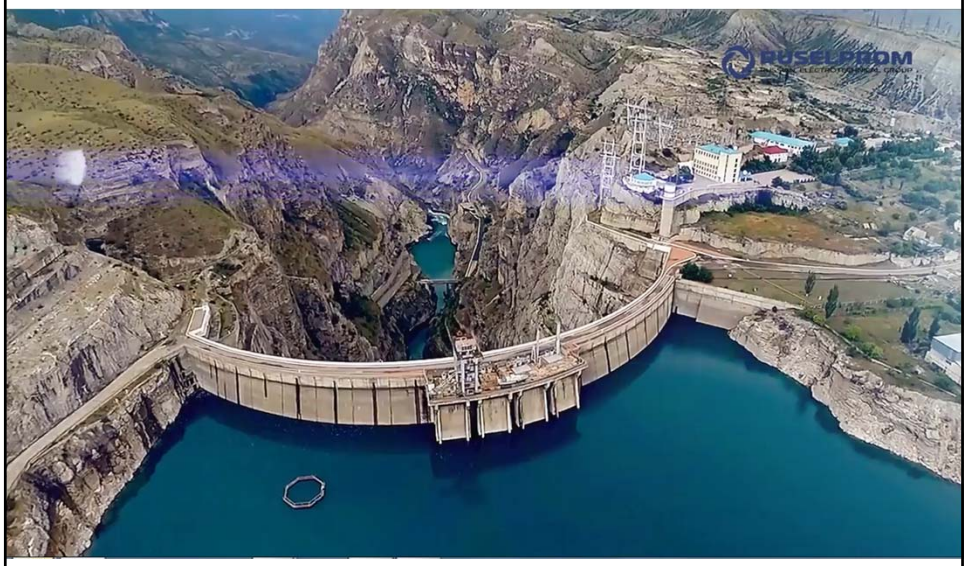
PRODUCCIÓN	INGENIERÍA	VENTAS	LOGÍSTICA
«VEMZ»	Centro de ingeniría «RUSELPROM»	Ruselprom Trade	«RUSELPROM suministros»
«SEZ»	«RUSELPROM-Accionamiento eléctrico»	Construcción de maquinarias	
«LEZ»		Energética	
«RUSELPROM Electromash»		Metalurgía y minas	
«NIPTIEM»		Química y química del petróleo	
		Energía Atómica	
		Comunales	
		Fabricación de	
		Soluciones complejas	
		Exportación	
		Ventas regionales	

DIRECCIONES DE VENTAS

Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах

12

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН



РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Электротехнический бизнес

Diseño y fabricación

- **motores eléctricos** (hasta 15 MW)
- **generadores** (generadores hasta 20 MW)
- **sistemas de excitación**

incluídos pedidos con exigencias particulares y para condiciones adversas de explotación

Ensamblado de motores eléctricos estándar 25 000 unid./mes

Diseñador y fabricante de vanguardia de soluciones de eficiencia energética y accionamiento eléctrico híbrido

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Ваш эксперт
в электродвигателях и приводах

15

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Seguimiento ingenieril

Selección del equipamiento, proyecto		Elaboración sobre la base del proyecto técnico del cliente Elaboración de la documentación técnica Auditoría energética Estudios ecológicos
Fabricación y prueba en correspondencia con los estándares internacionales		Ejecución de pruebas en modelos en bancos de imitación especiales Supervisión de la producción por el autor
Expedición del equipamiento hasta el lugar de explotación		Suministro del equipamiento de producción propia y de fabricación por los socios al cliente
Supervisión del montaje, ajustes de arranque, servicios de garantía y post-garantía		Control de entrada del equipamiento Supervisión del montaje y ajustes de arranque Seguimiento del mantenimiento

16

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Сервис

Ciclo de vida del equipamiento

Explotación

- Diagnóstico de las máquinas eléctricas
- Determinación del recurso de las máquinas eléctricas (sistema SKIT – metodología de descargas particulares)
- Determinación de la necesidad de reparaciones planificadas
- Elaboración de recomendaciones para las reparaciones/ sustituciones

Reparación

- Proyección y perfeccionamiento de la documentación técnica para la reparación
- Ejecución de los mantenimientos, reparaciones medias y capitales con recuperación del recurso
- Producción y suministro de piezas de repuesto por la tecnología original de los fabricantes

Modernización

- Elaboración de las recomendaciones para la modernización o sustitución del equipamiento
- Modernización de las máquinas eléctricas con aumento de la potencia/ eficiencia

Consulta y asistencia técnica durante todo el ciclo de vida del equipamiento

Servicio de mantenimiento en el área del cliente y en las condiciones de la planta

17

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

Soluciones en conjunto

Realización de un estudio en conjunto del equipamiento eléctrico del objeto

Elaboración de las recomendaciones para su uso eficiente con el objetivo de ahorro energético

Elaboración de toda la documentación de proyecto, fabricación y suministro en conjunto:

- Equipamiento de presurización
- Conjuntos electrotécnicos,
- Accionamientos automatizados regulables,
- Sistemas automatizados de dirección, protección, bloqueo, monitoreo del estado del equipamiento

• Montaje y supervisión del montaje del equipamiento Ajuste del equipamiento, comienzo de la explotación

• Preparación del personal del cliente

•Seguimiento en la explotación del equipamiento

18

Producción

Motores eléctricos sincrónicos y asincrónicos
de 4 a 32 000 KW

Motores eléctricos eficientes de la serie 7AVE
Eurostandar IE2

Generadores sincrónicos
de 315 a 32 000 KW

Turbogeneradores
de 1000 a 32 000 KW

Generadores diesel
de 100 a 3 500 KW

Hidrogeneradores
capacidad productiva de hasta 600 000 KW

Sistemas digitales de excitación
bancol único de pruebas de modelaje electrodinámico

Transformadores y reactores

La base productiva la conforma un equipamiento moderno de Italia, Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón.

19

Motores eléctricos Ruselprom

La mejor solución para cualquier equipamiento

Fabricación de motores eléctricos con los requerimientos y planos del cliente

Para trabajar con variadores de frecuencia
De alta aficiencia (IE2)
No estandar vinculado a las dimensiones de anclaje, potencia, tensión,tipo constructivo

Potencia	**4-10 000 KW**
Frecuencia de rotación	**75-3 000 RPM**
Altura del eje	**132-710 mm**
Tensión	**220-11 000 V**
Clase de aislamiento	**F, H**
Clase de eficiencia energética	**IE1 (Standart)** **IE2 (Premium)**

Variantes de fabricación

1. Instalación de rodamientos «SKF», «FAG», «RENK», «Zollern», «NSK»
2. Instalación de sensores de vibración y sensores de control de la temperatura
3. Instalación de sistema de expulsión y llenado de aceite
4. Instalación de calentadores eléctricos
5. Fabricación para diferentes condiciones climáticas
6. Diferente grado de protección

Fabricados por el estandar ruso GOST R 51690-2000 y el europeo IEC 60072-1 (CENELEC)

20

РУСЭЛПРОМ
РОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНЦЕРН

¡Gracias por su atención!

RUSELPROM SIEMPRE ESTARÁ A SU DISPOSICIÓN

21

PRESENTACIONES ORALES

MALEZAS

ARVENSES DE LAS FAMILIAS *CONVOLVULACEAE* Y *AMARANTHACEAE* EN LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS CULTIVOS ASOCIADOS Y DISTRIBUCIÓN

ARVENSES OF THE FAMILIES *CONVOLVULACEAE* AND *AMARANTHACEAE* THE PROVINCE CIENFUEGOS ASSOCIATED CROPS AND DISTRIBUTION

Autores: Ortega I.*[(1)], Castellanos L. [(2)], Morejón N.[(3)], Sosa M. [(4)], González I. [(5)], Martínez Q.[(1)], Marín Y.[(6)] y Ybarra A.[(2)]
(1)Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal en Cienfuegos. esp.herbologia@sanvegcfg.minag.gob.cu o ybarmax@mpcfg.co.cu
(2) Universidad de Cienfuegos, (3) Estación Territorial de Protección de Plantas de Yaguaramas. (4) Estación Territorial de Protección de Plantas de Lajas. (5) Estación Territorial de Protección de Plantas de Cumanayagua (6)Estación Territorial de Protección de Plantas de Caonao.

RESUMEN

Se efectuado la prospección de las familias *Convolvulaceae* y *Amaranthaceae* en Cienfuegos realizado entre los años 2013 - 2016, determinando los géneros y especies presentes en las áreas, su distribución, carácter invasor, criterio de impacto y de distribución potencial según la metodología de la FAO; así como los cultivos asociados. Durante el período no se detectó presencia de las malezas cuarentenadas *Convolvulus arvensis* L. y *Amaranthus retroflexus* L. y si la presencia de tres géneros y siete especies de la familia *Convolvulaceae* y un género con cinco especies de la familia *Amaranthaceae* en 35 cultivos de importancia económica. Según el estudio realizado se detectaron las especies invasoras detectadas *I. alba, A. spinosus, A. hybridus* y *A. dubius* siendo las mismas las de mayor impacto coincidiendo en cultivos asociados *Musa* spp., *M. esculenta* Crantz, *Citrus* spp., *S. officinarum* L. *P. guajaba* L. y otros que fueron consideras que las seis especies de mayor distribución potencial en la provincia.
Palabras claves. Invasor, impacto

INTRODUCIÓN

Las especies de arvenses que ya existen en los países necesitan ser identificadas y priorizadas en programas de manejo, por ser las que representan la mayor amenaza futura y qué responderían en una forma razonable las medidas de control a proponer (FAO, 2006).En el presente trabajo tiene como objetivo determinar la composición de las familias *Convolvulaceae* y *Amaranthaceae*, cultivos asociados, su distribución y especies invasoras en la provincia Cienfuegos.

MATERIALES Y MÉTODOS

]

La investigación se desarrolló durante los años 2013 – 2016 en la provincia de Cienfuegos, territorios atendidos fitosanitariamente por las Cuatro Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP Lajas, Yaguaramas, Cumanayagua y Caonao), durante la encuesta de los organismos cuarentenados *Amaranthus retroflexus* L. y *Convolvulus arvensis* L.

Se analizó la información existente en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal sobre las intercepciones de las arvenses de las familias *Convolvulaceae* y *Amaranthaceae*, para conocer los géneros de las familias detectados a partir de los diagnósticos realizados en esta etapa por la especialidad de herbología, así como sus cultivos asociados y la procedencia de la muestra.

El estudio se encaminó principalmente a las plantas de interés económico para la provincia entre ellos *Beta vulgaris* L. (acelga), *Persea americana* Mill (aguacate), *Allium sativum* L. (ajo), *Annona squamosa* L.

(anón), *Oriza sativa* L. (arroz), *Solanum melongena* L.(berenjena), *Ipomoea batatas* L. (boniato), *Coffea arabica* L. (café), *Cucurbita maxima* Duch (calabaza), *Saccharum officinarum* L. (caña), *Euphorbia láctea* Haw (cardón), *Allium cepa* L. (cebolla), *Citrus* spp (cítrico), *Phaseolus vulgaris* L. (frijol), *Carica papaya* L. (fruta bomba), *Cicer arietinum* L. (garbanzo), *Psidium guajaba* L (guayaba), *Vigna unguiculata* Walp (habichuela), *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swing (limón), *Xanthosoma* spp. (malanga), *Zea mays* L. (maíz), *Mangifera indica* L.(mango), *Citrullus vulgaris* Schrad (melón), *Moringa oleífera* Lam (moringa), *Cucumis sativus* L. (pepino), *Capsicum frutescens* L. (pimiento), *Pinus* spp. (pino), *Ananas comosus* L. (piña), *Musa* spp. (plátano), *Nicotiana tabacum* L. (tabaco), *Lycopersicon esculentum* P. Mill (tomate), *Manihot esculenta* Crantz (yuca), organoponicos, barbecho, materia orgánica y colindantes a casas de cultivos ; identificando en estas los géneros y las especies de las familias *Convolvulaceae* y *Amaranthaceae* que estuvieron presentes durante el período en estudio. Fueron tomados como forestales a todas las áreas boscosas en las que se detectaron arvenses de estas familias y como pastos se denominó a todas aquellas áreas dedicadas a la cría de ganado en las que se detectaron las plantas Y se elaboró un documento resumen para los diferentes cultivos donde se realizó la prospección.

Los cultivos asociados a las arvenses de *Convolvulaceae* y *Amaranthacea* fueron agrupados por años y especies; bajo esta condición se aplicó la metodología FAO (2006) en la que se evaluaron varios criterios como indicadores, en dependencia de los cultivos reportados en los diferentes territorios y la literatura, para los grados 1, 2, 3 y 4 de menor a mayor carácter. Estos fueron: el carácter invasor, criterios de impacto y distribución potencial.

En la determinación del carácter invasor se tomaron como indicador el número total de municipios y cultivos por año de estudio en que apareció reportada la especie y/o posibilidades de reproducción y dispersión, se promediaron los valores alcanzados y se determinaron las especies que tuvieron una mayor aparición en los municipios y cultivos después de tres años de estudio. Se evaluó la distribución de las arvenses con los datos obtenidos de la frecuencia de aparición de cada especie en los diferentes cultivos. Tomando en este estudio el promedio de cuatro municipios y en 10 cultivos.

Para la evaluación del criterio de impacto se tomó como indicador el número de veces que se reportó la especie en los cultivos y la nocividad por año en estudio y se promedió, donde la intensidad se determinó mediante el grado de enmalezamiento, calculado a través del porcentaje de cobertura.

Para la determinación de la cobertura de la malezas se recorrieron los campos por las diagonales en zig-zag y en base a una estimación visual de las especies predominantes en ocho puntos por campo, más uno adicional por cada hectárea a evaluar antes de la cosecha (Rodríguez *et al*., 2014). Además el nivel de cobertura de las malezas se realizó a través del Método de Porcentaje de Cobertura dado por los anteriores autores que plantean que los enmalezamientos pueden clasificarse de acuerdo al grado de cubrimiento por especies o las asociaciones de estas, teniendo en cuenta las intensidades alcanzadas y la cobertura que presente en campo, enmarcando como Grado 1 los enmalezamientos ligeros con presencia de malezas de 1 hasta un 5 por ciento de cobertura; grado 2 aquellas áreas que se observe plantas no deseables en intensidades medias con porcentaje de 6 hasta un 25 por ciento de cubrimiento; grado 3 los que presenten un nivel pesado de arvenses oscilando entre 26 y 50 por ciento de abrigo en asociación con los cultivos y por último el mayor grado (4) que lo alcanzan aquellas áreas con una fragosidad pesada con un cobertor mayor del 50 %.

Se tomó como indicador el número de cultivos de mayores áreas en que se reporta como problema las especies. Para lo que se analizaron los aspectos ya abordados en la determinación del carácter invasor y criterio de impacto por arvenses para el territorio en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el reforzamiento de los muestreos sobre este grupo de malezas a partir del 2013 producto de la encuestas que se aplicaron por tres años, debido a la cercanía en el entorno geográfico cercano a Cuba y como resultado del presente estudio en la provincia, se detecta en la familia *Convolvulaceae* tres géneros pertenecientes a siete especies y en la familia *Amaranthaceae* un género con cinco especies (TablaI).

Durante años las semillas de malezas cuarentenadas se han estado interceptando en lotes de semillas de hortalizas y otras importaciones a Cuba desde distintas regiones geográficas y países donde se encuentra establecida, lo cual constituye un riesgo significativo de entrada de las mismas al país (López, 2011). A pesar de presentarse esta situación no se detectó especies cuarentenadas en la provincia de Cienfuegos en el período en estudio.

Tabla I. Composición de especies detectadas en la provincia durante el período 2013-2016.

Familia	Género	Especie
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*alba* L.
	Ipomoea	*nil* (L.) Roth
	Ipomoea	*tiliácea* (Willd) Choisy
	Ipomoea	*triloba* L.
	Ipomoea	*spp.*
	Merremia	*umbellata* (L.) Hall.
	Turbina	*corymbosa* (L.) Rof.
Amaranthaceae	*Amaranthus*	*dubius* Mart.
	Amaranthus	*crassipes* Schlcht.
	Amaranthus	*hybridus* L.
	Amaranthus	*spinosus* L.
	Amaranthus	*viridis* L.

En el período en estudio se informó a varios géneros dentro de las familias rastreadas asociadas a 21 cultivos en la familia *Convolvulacea* y 29 en la familia *Amaranthaceae*, de estos 17 son comunes *Allium sativum* L., *Carica papaya* L., *Citrus* spp, *Coffea arabica* L., *Ipomoea batatas* L., *Lycopersicum esculentum* P. Mill., *Mangifera indica* L., *Manihot esculenta* Crantz., *Musa* spp, *Oriza sativa* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Persea americana* Mill., *Psidium guajaba* L., *Saccharum officinarum* L., *Vigna unguiculata* Walp., *Xanthosoma* spp. y *Zea mays* L. fueron los cultivos que se muestreaban con mayor frecuencia y por ende donde se realizó el mayor número de intercepciones de las malezas, coincidiendo con los resultados de obtenidos por Sosa *et al*., (2014) donde en el territorio de Lajas, Cruces y Palmira la familia *Amaranthaceae* fue el tercer grupo de importancia por su aparición en los cultivos de importancia en los municipios antes mencionados, además estos autores plantean que la familia *Convolvulacea* fue el quinto grupo de importancia por su aparición, las mismas se propagan por semillas que son cultivadas en jardines pero se ha convertido en maleza al escaparse de su cultivo, Por sus hábitos volubles, se le encuentra compitiendo, fundamentalmente, con los cultivos siendo hospederas de enfermedades.

Cuando se analiza la distribución de las arvenses en el territorio las especies de mayor frecuencia de aparición en los cultivos fueron *I. alba*, *A. spinosus*, *A. hybridus* y *A. dubius*. Pérez, (2000) considera que las malezas ocasionan daños a los cultivos por diferentes vías: por competencia directa por el agua, nutrientes, luz y espacio vital; por producción de aleloquímicos que inhiben la germinación, reducen el crecimiento y rendimiento de las plantas cultivables o intoxican a los animales así como al hombre; por ocasionar daños indirectos al servir como hospedantes de agentes nocivos; entorpece las labores de los cultivos, incluyendo la protección fitosanitaria y la cosecha; por contaminar los alimentos. Los productores del territorio consideran a las cuatro especies entorpecedoras de las labores de los cultivos, protección fitosanitaria, cosecha y por contaminar los alimentos.

Los resultados obtenidos en la evaluación del criterio de impacto el mayor número promedio de las especies que se reportaron en los cuatro años de estudio fueron *Ipomoea alba* L., *Amaranthus spinosus* L., *A. hybridus* L. y *Amaranthus dubius* Mart en los 35 cultivos de importancia económica en la provincia.García y Paredes, (2001), Pitty, (1997) expresan que en países tropicales las arvenses están presentes en todo momento y todo el año en los cultivos, mientras que los insectos y enfermedades aparecen esporádicamente cuando existen condiciones favorables para su desarrollo.

Las especies de mayor distribución potencial fueron *I. alba, A. spinosus, A. hybridus* y *A. dubius* en los cultivos asociados *Musa* spp., *Citrus* spp., *S. officinarum* L. y barbecho de importancia económica y mayores áreas que ocupan en la provincia de Cienfuegos según los criterios dados por la metodología de la (FAO, 2006).

CONCLUSIONES

- En la provincia Cienfuegos fueron detectados en la familia *Convolvulaceae* tres géneros pertenecientes a siete especies y en la familia *Amaranthaceae* un género con cinco especies asociados a 35 cultivos de interés agrícola.
- En los rastreos realizados las especies cuarentenadas *Convolvulus arvensis* L. y *Amaranthus retroflexus* L. no se encontró en todo el territorio.
- Las especies invasoras y de mayor distribución en el territorio en estudio fueron *Ipomoea alba* L., *Amaranthus spinosus* L., *Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus dubius* Mart. siendo las mismas las de mayor impacto coincidiendo en cultivos asociados *Musa* spp., *Citrus* spp., *Saccharum officinarum* L. y otros.
- Las especies de mayor distribución potencial fueron *Ipomoea alba* L., *Amaranthus spinosus* L., *Amaranthus hybridus* L. y *Amaranthus dubius* Mart.

REFERENCIAS

1. FAO. (2006). Food and Agriculture Organization. Conservation Agriculture. Recuperado a partir de http://www.fao.org/ag/ca.
2. Rodríguez Y., Paredes E., Oviedo R. y Gutiérrez J.. (2014). Manejo de arvenses en cultivos agrícolas de Cuba. Multimedia. ISBN 978-959-7111-63-4.
3. López J. (2011). Evaluación de riesgo de maleza que representa el Bledo Rojo (*Amaranthus retroflexus* L.) para la agricultura de Cuba. Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal.
4. Sosa M., Ortega I., Díaz M. y Castellanos L. (2014). Identificación de malezas invasoras en los cultivos en los municipios Lajas, Cruces y Palmira. VI Jornada Científica Técnica Sanidad Vegetal Cienfuegos
5. Pérez E. (2000). Manejo Integrado de Malezas. En *Curso Internacional CISAV 2000*. Presented at the Manejo Integrado de Malezas.
6. García R. C. y E. Paredes. (2001). Alelopatía de plantas cultivables como alternativa ambientalista para el control de malezas. XV Congreso ALAM Venezuela.
7. Pitty A. (1997). Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. El Zamorano. Honduras. 300pp.

EFECTO ALELOPÁTICO DE *SOLANUM NODIFLORUM* JACQ, SOBRE *ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS* (LOUR) Y *EUPHORBIA HETEROPHYLLA* L. IN VITRO DE LA EMPRESA AGROPECUARIA HORQUITA

ALANOPATHIC EFFECT OF SOLANUM NODIFLORUM JACQ, ON ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS (LOUR) AND EUPHORBIA HETEROPHYLLA L. IN VITRO OF THE AGRICULTURAL HORQUITA COMPANY

Autor (s): Morejón, N*, Ortega, I*, Yanes, N*., Castellanos, L*, Alonso, L

RESUMEN

Para determinar el efecto alelopático de *Solanum nodiflorum* Jacq sobre la germinación y crecimiento inicial de las principales malezas en la Empresa Agropecuaria Horquita, se realizó experimentación in vitro con jugo y partes de la planta utilizando cero; cinco; 10; 20 y 30 por ciento de dosis. Se determino su efecto alelopático pre y post emergencia. Se realizó análisis de varianza correspondientes y con las medias obtenidas fueron comparadas según Test de rangos múltiples de Duncan con un 5% de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico STATISTIC para Windows. Obteniendo que el extracto acuoso y los residuos de *esta especie* poseen efecto alelopático sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L." in vitro".

Palabras claves: Alelopático, experimentación, fitotoxicidad, germinación.

SUMARY

To determine the effect of the secondary organisms of *Solanum nodiflorum* Jacq about the germination and initial growth of the main overgrowths in the Company Agricultural Fork, he/she was carried out experimentation laboratory, with juice using zero; five; 10; 20 and 30 dose percent. You determines in before and later emergency carrying out corresponding variance analysis and with the obtained stockings they were compared according to evaluation of multiple ranges of Duncan with 5% of error probability using the statistical package STATISTIC for Windows. Obtaining that the watery extract and the residuals of this species possess secondary organisms that intervene about the germination and initial growth of Rottboellia cochinchinensis (Lour) Clayton and Euphorbia heterophylla L. laboratory

Key words: secondary organisms, experimentation, plants intoxicated, germination.

INTRODUCCIÒN

Según Domínguez *et al.,* (2011) plantean que en Cuba se tiene el conocimiento de un grupo importante de plantas que presentan actividad biocida; así como, aquellas que inhiben el crecimiento de otras como la *Solanum nodiflorum* Jacq (hierba mora) que afecta la germinación, altura y diámetro del tallo de las posturas de *Lycopersicon esculentum* P. Mill (tomate). Este autor también señala que esta planta de la familia *solanáceae* es rica en alcaloides esteroidales y que estos tienen gran semejanza estructural con los brasinoesteroides; quienes se encargan de regular el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

Por otra parte, la aplicación de una técnica basada en la alelopatía para el control de arvenses resulta en algunos casos viable económicamente, pues el cultivador tiene la posibilidad de obtener biopreparados caseros efectivos, a partir de las especies activas frente al bioensayo de alelopatía in vitro (Macías, *et al* 2000; Naumov, 1997). Lo que posibilita el estudio del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de

plantas de *Solanum nodiflorum* Jacq sobre la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Euphorbia heterophylla* L. en la Empresa Agropecuaria Horquita bajo condiciones de laboratorio

MATERIALES Y MÈTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas y en las áreas de producción agrícola de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) La Victoria de la Empresa Agropecuaria Horquita. Para la obtención del extracto acuoso se utilizó 80 g de *Solanum nodiflorum* Jacq triturado *y* mezclado con un litro de agua destilada, reposando en frasco de color ámbar durante 24 horas en condiciones de oscuridad Sampietro (2005) y Zamorano (2006). Posteriormente se utilizó papel filtro, para eliminar las impurezas. Se aplicó en 500 semillas dosis de cero; cinco; 10; 20 y 30 porciento (100 por dosis) al segundo día de sembradas para evaluar su efecto pre emergente; En todos los casos se mantuvo la humedad del papel con aplicaciones diarias de agua, según las normas para ensayos de semillas (MINAG, 1981).

Se realizaron evaluaciones los tres seis, 12 y 21 días sembrado según Zamorano (2006), cuantificando el Porciento de Germinación Relativa (PGR); Crecimiento Promedio de Radícula (CPR) y el Índice de Germinación (IG) a través de las formulas planteadas por autores :

$$PGR(\%) = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas totales}} \times 100$$

(Varnero *et al*., 2007).

$$CPR = \frac{\sum_{i=1}^{90} x_i}{n}$$

(Maldonado, 2002)

$$IG = \frac{PGR \times CPR}{100}$$

(Varnero *et al*., 2006)

Para los resultados del Índice de Germinación obtenidos en porcentajes, se realizó análisis de varianza transformando estos en 2 arc sen √p, con un 5% de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico STATISTIC para Windows 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

Determinación del efecto alelopático del extracto acuoso y residuos de plantas de *Solanum nodiflorum* Jacq, sobre la germinación y desarrollo vegetativo de las malezas " in vitro".Efecto Preemergente

En el ensayo invito el jugo acuoso de *S. nodiflorum* actuó de forma positiva sobre las semillas de malezas *R. cochinchinensis* y *E. heterophylla* en logrando afectar el PGR.(Figura 1).

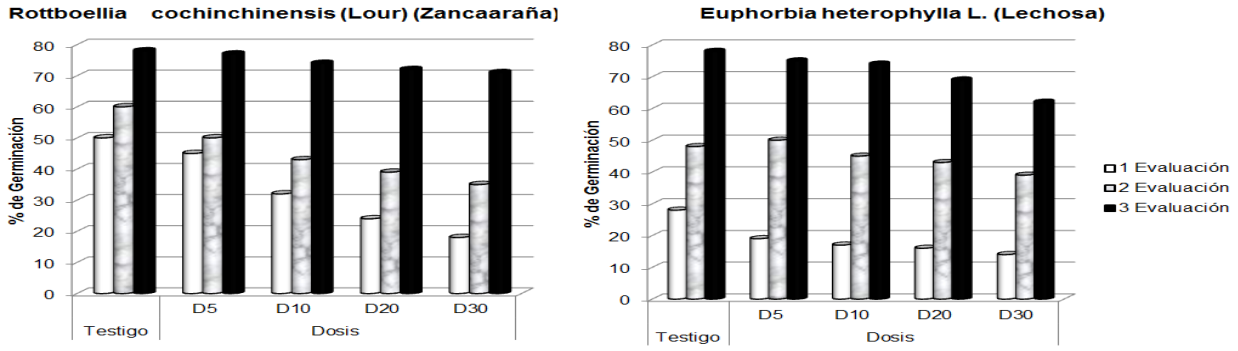


Figura 1. Comportamiento del PGR de *R cochinchinensis* y *E. heterophyllia* con la aplicación de extracto acuoso de *S nodiflorum*.

En todas las dosis planteadas; disminuyó el porciento de germinación lo cual, muestra un efecto inhibitorio de los jugos acuosos frente a las malezas no sobrepasó el 70 %. Coincidiendo con los resultados obtenidos por Hagemann *et al*., (2010) quienes señalaron que los jugos acusos de algunas especies de plantas pueden presentar potencial alelopático sobre la germinación y desarrollo de las malezas.

El Crecimiento Promedio de Radícula (CPR) de las malezas en estudio a las diferentes dosis en condiciones de laboratorio mostró que a medida que la dosis aumentaba disminuía el crecimiento radicular de las malezas (Tabla I).

Tabla I. Comportamiento del CPR de *R cochinchinensis* y *E. heterophyllia* durante el ensayo con la aplicación de extracto acuoso de S. nigrenses.

Malezas	**UM**	**Testigo**	**Dosis (%)**			
			D5	**D10**	**D20**	**D30**
Rottboellia cochinchinensis (Lour) (zancaraña)	Cm	3,6	2,75	2,35	2,48	1,73
Euphorbia heterophylla L. (hierba lechosa)	Cm	4	2,63	2,39	2,66	1,86

La tabla muestra como en el testigo, el crecimiento radicular alcanza cuatro centímetro para hierba lechosa mientras que en zancaraña el mayor valor alcanzado es 3.6 centímetro. Los valores en la dosis 10% son inferiores a los alanzados por la dosis 5% y 30%. Esto se le atribuye a la oportuna acción del metabolito secundario que actúa sobre los órganos que se encargan del crecimiento de la raíz en la planta; de forma general podemos decir que el crecimiento de la raíz en lo tratamientos con respecto al testigo disminuyó poco más de 50%), resultados semejantes alcanzó (Vyvyan, 2002) quien obtuvo en las especies *E. heterophilla*, *E. hirta* y *R. communis una* actividad alelopática en el cultivo de arroz, por inhibición del crecimiento radicular en 37.4, 24.9 y 4.5 % respectivamente.

La evaluación del índice de germinación muestra que la dosis 30% disminuye considerablemente con respecto al testigo los valores alcanzados por las diferentes dosis y su transformación no adquieren significación en 3 de sus dosis (Tabla II).

Tabla II. Resultados del Índice de Germinación alcanzado por E*. heterophylla* y *R. cochinchinensis* durante el ensayo.

Ensayo	**Dosis aplicadas durante el ensayo**									
	0		**5**		**10**		**20**		**30**	
	Índice de Germinación	**2 arc sen √p**	**Índice de Germinación**	**2 arc sen √p**	**Índice de Germinación**	**2 arc sen √p**	**Índice de Germinación**	**2 arc sen √p**	**Índice de Germinación**	**2 arc sen √p**
R. cochinchinensis	2.5	0.3176^{a}	1.7	0.2615^{b}	1.4	0.2372^{b}	1.4	0.2372^{b}	0.85	0.1791^{c}
E. heterophylla	2.5	0.3176^{a}	1.6	0.2537^{b}	1.4	0.2372^{b}	1.4	0.2372^{b}	0.85	0.1791^{c}

Medias con letras desiguales difieren para $p<0.05$ según el test de rangos múltiples de Duncan (Lerch, 1977).

La tabla anterior muestra que la mayor efectividad la tiene la dosis 30% con un índice de germinación de 0.85 valor que indica que realmente existe dentro del jugo acuoso metabolitos capaces de inhibir la germinación de las dos especies de malezas en estudio coincidiendo con Sampietro, (2001) quien reporta que en estudios realizados para el control de malezas; existe la presencia de algunos ácidos orgánicos y polífenoles capaces de inhibir la germinación de especies como las arvenses *Sorghum halepense* (L.) Pers.,*Rottboellia cochinchinensis* y *Euphorbia heterophylla* L.

CONCLUSIONES

1. El extracto acuoso poseen efecto alelopático al inhivir la germinación y crecimiento inicial de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L." in vitro"

2. El extracto acuoso de *Solanum nodiflorum* Jacq en condiciones de campo ejerció mayor inhibición sobre el por ciento de germinación en arvenses monocotiledóneas.

REFERENCIAS

Domínguez A., Pérez A., Pun S. y Dias A. (2011). Valoración preliminar sobre el efecto fungitóxico y alelopático del *Solanum nodiflorum Jacq*, Lin. Santiago de Cuba. Centro de Toxicología y Biomedicina Consulta correo electrónico E-Mail:anibalodio@yahoo.com

Macías Francisco A., Castellano Diego, Molinillo José M. G. (2000). Search for a Standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. J. Agric. Food Chem, 48: 2512-2521.

Naumov G. F. (1997). The significance of Allelopathic Factors in the Formation of *Agrophytocenosis with high levels of Biological Nitrogen. Recent Advances in* Allelopathy, A Science for the Future, 1: 109.

Sampietro, A. (2005).ALELOPATÍA: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Cátedra de Fitoquímica. Instituto de Estudios Vegetales "Dr. Antonio R. Sampietro "Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho 461.CP 4000.

Zamorano, Carolina.M. (2006). Alelopatía: Un nuevo reto en la Ciencia de las arvenses en el trópico. *Agronomía Colombiana* 14 (1) pp.7-15

MINAGRI. Ministerio de la Agricultura. (1981). Norma Cubana 70 -04. Ensayo de semilla agrícola. Determinación de la germinación y la viabilidad.

Varnero M. T. M., Rojas C. A., Orellana R. R. (2007). Índices de Fitotóxicidad en Residuos Orgánicos durante el compostaje, J. Soil Sc Nutr. 1: 28-37.

Hagemann, T.; G. Benin; C. Lemes; J. Marchese; T. Newton; E. Stefani y E. Beche. 2010. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevéme amendoim-bravo. Bragantia 69 (3). 509 – 518 p.

Vyvyan, JR. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron 58: 1631-46.

Maldonado A. (2002).Impactos en Ecuador de las fumigaciones realizadas en el Putumayo dentro del Plan Colombia. Ecuador, 1-19.

Varnero, M. T., Orellana, R., Rojas, C., Santibañes, C. (2006). Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación. El Medioambiente en Iberoamérica: Visión desde la Física y la Química en los albores del Siglo XXI. Badajoz, España: Editor Juan F. Gallardo Lancho. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental; Tomo III, 363-369.

Sampietro D. (2001). Conferencia Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. Argentina.

EVALUACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE *Amaranthus palmeri* POR UNA COSECHADORA DE SOJA

EVALUATION OF *Amaranthus palmeri* SEEDS DISPERSION BY A SOYBEAN HARVESTER

Devani, L, Olea, I.

Sección Manejo de Malezas. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Tucumán, Argentina.
* malezas@eeaoc.org.ar.

RESUMEN

La distribución espacial de las semillas de *Amaranthus palmeri* por una cosechadora de soja, fue inferida a partir de ingresar en la misma 200.000 semillas pintadas con fluoresceína y contar a las esparcidas en el campo, dentro de cuadrículas georeferenciadas (10 x 1 m) en una grilla de 12 x 240 m, identificandolas con una luz ultravioleta portátil. Mediante el análisis realizado con el software SURFER 8, el krigeado y la adopción de un modelo matemático esférico, se pudo construir mapas de contornos que indicaban la dispersión de esas semillas y la simulada para las provenientes de los sobrevivientes de su descendencia**,** considerando solamente a los individuos de la última cohorte, de una emergencia del 50% y un efecto herbicida del 90%. Se comprobó la aptitud de la fluorescencia para lograr resultados que indican que la dispersión inicial de semillas tuvo asociación espacial hasta los 55 m, mientras que en la simulada para su descendencia fue hasta los110m.

PALABRAS CLAVE: *Amaranthus palmeri,* dispersión de semillas, fluoresceína.

ABSTRACT

The spatial distribution of *Amaranthus palmeri* seeds by a soybean harvester was inferred from the inclusion in it of 200.000 seeds painted with fluorescein and counting the seeds scattered in the field, within georeferenced units (10 x 1 m) inside a grid of 12 x 240 m, identifying them with the aid of an portable ultraviolet light. By means of the analysis carried out with SURFER 8 software, the kriging and the adoption of a spherical mathematical model, it was possible to construct contour maps that indicated the dispersion of these seeds and the simulated one for the survivors of their descendants, considering only the individuals of the last cohort, a 50% emergency and a 90% herbicidal effect. Fluorescence was checked to obtain results indicating that the initial dispersion of the seeds had a spatial association up to 55 m, whereas in the simulated one it was until 110 m.

KEY WORDS: *Amaranthus palmeri,* seed dispertion, fluorescein.

INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas de malezas que acompañan a un cultivo cuando éste es cosechado mecánicamente, ha sido analizada por diferentes autores [1y2], al igual que su influencia en los procesos de invasión y de persistencia en un lote [3,4,5].
La distribución espacial de las semillas dispersadas por una cosechadora, se evalúa en un área cuyas dimensiones se relacionan con el ancho de trabajo de la máquina y con la metodología de estudio. Generalmente dicha superficie se divide en una grilla georeferenciada, donde las muestras se toman en

puntos equidistantes y las semillas se recolectan y cuentan en recipientes trampas [6]., o directamente sobre el suelo, facilitándose su identificación mediante pinturas marcadoras [7].
, sin que se haya encontrado antecedentes del empleo de sustancias fluorescentes con este fin. De igual modo, cuando se trata de una infestación inicial en un lote [8 y 9], la dispersión puede inferirse mediante el estudio de la dinámica de emergencia de plántulas, donde intervienen factores relacionados con su éxito reproductivo.
La variación espacial de los datos, se analiza generalmente con técnicas geoestadísticas [10]., las cuales permiten inferir la distribución de las semillas en toda la superficie y la construcción de mapas de contornos que representan las superficies con rangos de densidades (Gerhards, R. *et al*., 1997; Cousens, R. D. *et al*., 2002; Dille, J. A. *et al*., 2002; Wiles, L. J. 2005).
El empleo de modelos matemáticos (Doyle, C. J. 1991; Woolcock, J. L. y Cousens, R. 2000), teniendo en cuenta las diferentes variables que intervienen en el ciclo de vida de la planta permite predecir el avance de la invasión de una maleza en años sucesivos para un mismo lote (Maxwell, B. D. y Ghersa, C. M. 1992) comprobar la importancia del control de la dispersión antrópica, justificar el empleo de criterios de tolerancia cero en la generación de semillas o la destrucción de las mismas en el momento de la cosecha (Walsh, M. *et al.,* 2013; Walsh, M. J. y Powles, S. B. 2014).
En Tucumán (Argentina), se encuentra en expansión la dispersión de un biotipo de *Amaranthus palmeri* resistente a glifosato y la evaluación de los efectos de una cosechadora en la dispersión de sus semillas, puede explicar el proceso de infestación dentro de un lote, cuando se aplica dicho modelo espacial sobre los individuos que sobrevivan en la próxima generación.
Los estudios locales sobre la dinámica poblacional de *A. palmeri*, indican que las últimas cohortes, que emergen próxima al cierre del canopeo del cultivo de soja, representan un 15% del total de emergencias y dentro de ese pulso de germinación se encuentran las plantas con mayores probabilidades de escapar a los tratamientos herbicidas postemergentes. Estos sobrevivientes se estima que pueden producir entre 37.000 y 600.000 semillas cada uno y con una alta retención en la planta (Ward, S. M. *et al*., 2013).
Con el objetivo de fundamentar la importancia del control de los núcleos fundacionales de *Amaranthus palmeri* en un lote, se determinó la distribución espacial de las semillas producidas por una planta, luego de ser dispersadas por una cosechadora de soja y simular con esa información, la correspondiente de su descendencia en la siguiente campaña.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó utilizando una máquina cosechadora marca Bernardin modelo M23 provista de un cabezal de corte de 6 metros de longitud, un sistema de trilla y limpieza tradicional que operaba con una velocidad de avance de 4,5 km/h. En una planta de soja se sujetaron a diferentes alturas 4 sobres construidos con papel de diario conteniendo cada uno 50.000 semillas de *Amaranthus palmeri* pintadas con fluoresceína en polvo diluida en agua en proporción 1:3 y luego secadas en un ambiente oscuro y seco. Dichos sobres ingresaron a la cosechadora en su punto medio junto al material a trillar. Evaluando en horario nocturno en el sentido de la marcha de la cosechadora, desde el lugar donde se situaron los sobres con las semillas, se comenzó la construcción de una grilla imaginaria en un marco de 12 x 240 m, con cuadrículas rectangulares de 1 m de ancho por 10 m de longitud en cuyo centro se contabilizó visualmente dentro de un marco de 0,25 m^2, a las semillas que reflejaban una luz ultravioleta (50 Watt, 365 nm) emitida por una lámpara portátil.
Los datos obtenidos se transformaron en una escala de rangos de 0 a 6, donde en orden ascendente cada valor representaba 0; 1; 2-9; 10-49; 50-99; 100-499 y ≥ 500 semillas respectivamente, con los cuales se realizó el análisis geoestadístico al igual que el mapa de contornos utilizando el software SURFER 8 (Golden Software). Se simuló además, la dispersión en la siguiente campaña para las semillas que producirían los escapes de *A. palmeri* de la ultima cohorte (15%) con la aplicación de un herbicida postemergente con una eficacia del 90 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de fluorescencia generalmente utilizada para estudios en pulverizaciones agrícolas, resultó apta para identificar la posición de las semillas de *Amaranthus palmeri* pintadas con fluoresceína cuando fueron iluminadas con luz ultravioleta. Su sencillez metodológica permitió la ampliación de la grilla de muestreos hasta el punto donde no se obtenían más registros (480m).

Los variogramas y la validación cruzada realizada, indicaron que el mejor ajuste correspondió al modelo esférico para los 3 casos. Con esa información se elaboró un mapa de contorno con la interpolación de valores a través del método kriging (Figura 1)

La Figura 1a muestra la dispersión de las semillas contenidas en los sobres, donde su asociación espacial alcanza hasta los 55m (Sill: 0,535, Range: 55), luego de los cuales su caída desde la cosechadora se produce al azar, aunque continúan siendo importantes como futuros núcleos de diseminación si su éxito reproductivo se lo permite. En nuestro caso, las restricciones fueron altas, al estimar que solo algunos sobrevivientes de la última cohorte podían generar semillas y de ese modo, solo en las proximidades del núcleo fundacional existía la mayor probabilidad de que se localizaran las plantas que las producirían para su distribución posterior (Figura 1b).

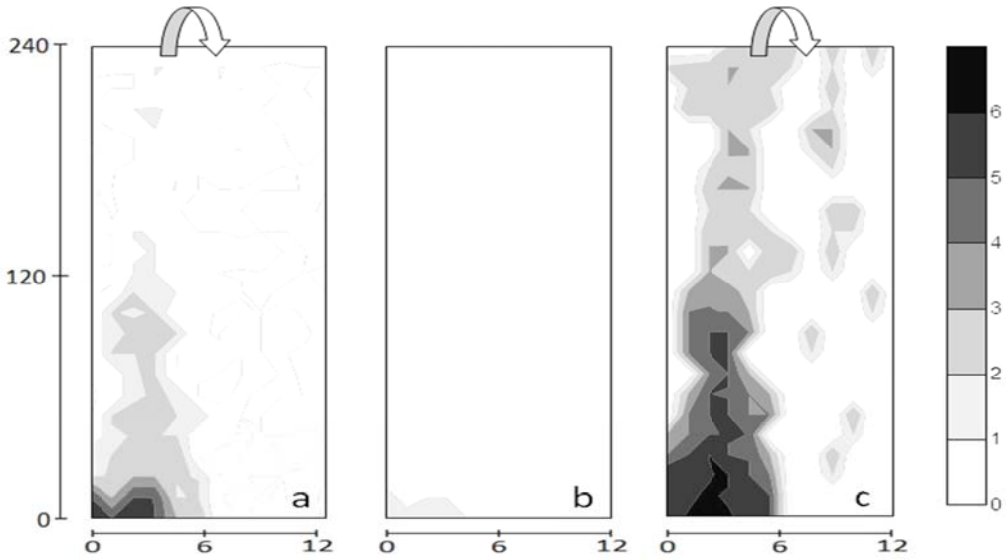


Figura 1: distribución espacial de las semillas de *Amaranthus palmeri*. a) distribución original. b) sobrevivientes estimados c) distribución de las semillas dispersadas en la segunda campaña. Coordenadas expresadas en metros. Escala de rangos explicada en el texto.

La dispersión que produciría la máquina cosechadora en la siguiente campaña con las semillas provenientes de ese nuevo manchón de *A. palmeri*, se representa en la Figura 1c cuyo variograma indica una asociación espacial en la distribución de semillas hasta los 110m (sill: 2,73; range:110) y da una idea de la importancia de tomar medidas de tolerancia cero sobre el manchón fundador, ya que las plantas sobrevivientes de un buen efecto herbicida continuarán la invasión del lote como consecuencia de la distribución antrópica de las semillas.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que se pudo determinar la distribución espacial de las semillas de *Amaranthus palmeri* efectuada por una cosechadora de soja, a partir de ingresar en la misma semillas pintadas con fluoresceína y georeferenciar a las esparcidas por ella en condiciones de campo con el auxilio de una luz

ultravioleta. Su representación gráfica mediante mapas de contornos, permitió simular el crecimiento de su invasión en el lote de acuerdo a determinadas restricciones resultando útiles para demostrar localmente, los efectos de diferentes prácticas de manejo en la difusión del biotipo resistente, así como justificar la necesidad de impedir que se produzcan sus semillas o, que éstas vuelvan al campo.

REFERENCIAS

1.Ballaré, C. L.; Scopel, A. L.; Ghersa, C. M. y Sánchez, R. A. The population ecology of *Datura ferox* (L.) in soybean crops. A simulation approach incorporating seed dispersal. 1987. Agriculture, Ecosystems and Enviroment 19:177-188.

2. Bianco-Moreno, J. M.; Chamorro, L.; Masalles, R. M.; Recasens, J. y Sans, F. Spatial distribution of *Lolium rigidum* seedlings following seed dispersal by combine harvesters. 2004. Weed Res. 44:375-387.

3. Ghersa, C. M. y Roush, M. L. Searching for solutions to weed problems. Do we study competition or dispersion?. 1993. BioScience 43:104-109.

4. Cardina, J.; Johnson, G. A. y Sparrow. D. H. The Nature and Consequence of Weed Spatial Distribution. 1997. Weed Science, 45:364-373.

5. Walsh, M.; Newman, P. y Powles, S. Targeting Weed Seeds In-Crop: A New Weed Control Paradigm for Global Agriculture. 2013. Weed Technology 27:431–436.

6. Ghersa, C. M.; Martinez-Ghersa, M. A.; Satorre, E. H.; VanEsso M. L. y Chichot, G. Seed dispersal, distribution and recruitment of seedlings of *Sorghum halepense* (L.). 1993. *Pers. Weed* Res. 33 :79-88.

7.Ballaré, C. L.; Scopel, A. L.; Ghersa, C. M. y Sanchez, R. A. The demography of *Datura ferox* (L.) in soybean crops. 1987. Weed Res. 27:91-102.

8.Johnson, G. A.; Mortensen, D. A y Gotway C. A. Spatial and temporal analysis of weed seedling populations using geostatistics. 1996. Weed Science 44:704-710.

9.Norsworthy, J. K.; Griffith, G. ; Griffin, T. ; Bagavathiannan, M. y Gbur, E. In-Field Movement of Glyphosate-Resistant Palmer Amaranth (Amaranthus palmeri) and Its Impact on Cotton Lint Yield: Evidence Supporting a Zero-Threshold Strategy. 2014. Weed Science 62:237–249.

10.Donald, W. Geostatistics for mapping of weeds. with a Canada thistle *(Cirsium amense)* patch as a case study. 1994. Weed Science 42:648-657.

11.Gerhards, R.; Wyse, D. Y. y Johnson, G. A. Characterising spatial stability of weed populations using interpolated maps. 1997. Weed Science 45:108-119.

12.Cousens, R. D.; Brown, R. W.; McBratney, A. G. y Moerkerk, M. Sampling strategy is important for producing weed maps: a case study using kriging. 2002. Weed Science 50:542-546.

13.Dille, J. A.; Milner, M. J.; Groeteke, J.; Mortensen, D. A. y Williams, M. How good is your weed map? A comparison of spatial interpolators. 2002. Weed Science 51:44-55.

14.Wiles. L, J. Sampling to make maps for site-specific weed management. 2005.Weed Science, 53:228-235

15.Doyle, C. J. 1991. Mathematical models in weed management. Crop Prot. 10:432-444.

16.Woolcock, J. L. y Cousens, R. A. Mathematical analysis of factors affecting the rate of spread of patches of annual weeds in an arable field. 2000. Weed Science 48:27–34.

17.Maxwell, B. D. y Ghersa, C. M. The influence of weed seed dispersion versus the effect of competition on crop yieid. 1992. Weed Technology 6:196-204.

18.Walsh, M.; Newman, P. y Powles, S. Targeting Weed Seeds In-Crop: A New Weed Control Paradigm for Global Agriculture. 2013. Weed Technology 27(3):431-436.

19.Walsh, M. J. y Powles S .B. High Seed Retention at Maturity of Annual Weeds Infesting Crop Fields Highlights the Potential for Harvest Weed Seed Control. 2014. Weed Technology 28, 486-493.

20.Ward, S. M.; Webster, T. M.; Steckel, L. E. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*): A Review. 2013. Weed Tech. 27: 12-27.

ANALISIS DEL CRECIMIENTO DE DOS ESPECIES DE GOMPHRENA
GROWTH ANALYSIS OF TWO SPECIES OF GOMPHRENA

Ochoa, M del C[1]*, Prieto, S.[2]*, Raña, E.[3]*, Chaila, S [1]*, Sobrero, M T [1]
[1] Cátedra de Matología, [2] Cátedra de Agrometeorología, [3] Cátedra de Estadística, FAyA-UNSE
*mcochoa@unse.edu.ar

RESUMEN

Gomphrena perennis y *G. pulchella* son perennes, C4, de ciclo primavero estival que invaden el cultivo de soja en campos desmontados**.** Con el objetivo de evaluar el crecimiento en la etapa vegetativa y reproductiva durante dos ciclos se llevaron a cabo en la FAyA-UNSE ensayos en 2013-2014 (ciclo I) y 2015-2016 (ciclo II). Se determinó la biomasa total y sus componentes raíz (R), tallo (T), hojas (H) y flores (F) expresada en $g.pl^{-1}$. En la etapa vegetativa la asignación de biomasa a los diferentes órganos difiere entre especies ($p< 0.0220$) en I y ($p< 0.0226$) en II. Durante la etapa reproductiva las especies difirieron en la asignación de biomasa ($p< 0.0001$) en I y II, existiendo diferencias en ambos ciclos en T, H y F y en R solo en el ciclo I ($p< 0.0001$). Las diferencias entre especies se modificaron en los componentes R, T y H, mientras que F fue en ambos ciclos superior en *G. pulchella*.
PALABRAS CLAVE: *G. perennis, G. pulchella*, manejo de malezas

ABSTRACT

Gomphrena perennis and *G. pulchella* are perennial, C4, of summer spring cycle that invade soybean cultivation in clearing fields. With the objective of evaluating the growth in the vegetative and reproductive stage during two cycles experiments were conducted in the FAyA-UNSE in 2013-2014 (I) and 2015-2016 (II). The total biomass and its components root (R), stem (T), leaves (H) and flowers (F) expressed in g.pl-1. In the vegetative stage the allocation of biomass to the different organs differs between species ($p <0.0220$) in I and ($p <0.0226$) in II. During the reproductive stage the species differed in the allocation of biomass ($p <0.0001$). The between species were modified in the components R, T and H while F was in both cycles superior in G. pulchella. and F ($p <0.0001$) but not in R.
KEY WORDS: *G. perennis*, *G. pulchella*, weed management

INTRODUCCIÓN

En Santiago del Estero, en los últimos años, a partir de la incorporación de nuevos sistemas productivos, las comunidades de malezas en los lotes sufrieron alteraciones que modificaron su composición, observándose especies que generalmente se encontraban en alambrados y en el monte, tales como *Gomphrena perennis* L. var. *perennis* y *G. pulchella* Mart. ssp. *albisericea* (E. Holzh.) Pedersen, las que son Amarantáceas perennes, C4, de ciclo primavero estival e invaden principalmente el cultivo de soja en campos desmontados. Las características del patrón de floración, la germinación, dispersión de semillas y la resistencia a herbicidas han sido documentados en los sistemas de cultivos utilizados (Forcella et al., 2000). Asimismo, los cambios relacionados con el momento de germinación y emergencia y desarrollo de malezas en relación a la emergencia del cultivo, son determinantes al considerar estrategias de manejo de las mismas, ya que es el principal factor que controla la interacción maleza-cultivo (Benech-Arnold et al., 2000; Kruk, 2015; Satorre y Kruk, 2016). Conocer como estos cambios afectan a las diferentes poblaciones de malezas, es crítico para identificar los momentos y duración del ciclo de las malezas durante los cuales una determinada práctica de control puede ser efectiva (Martinez-Ghersa et al., 2000). Entonces, entender los factores que controlan la variabilidad fenológica es importante para diseñar estrategias de manejo de malezas, considerando el crecimiento y desarrollo, arquitectura del canopeo, la floración y producción de semillas (Ghersa y Holt,

1995; Shrestha y Swanton, 2007; Satorre et al., 2016). Sobre estas especies se han realizado estudios sobre germinación, arquitectura y respuesta a la aplicación de Glifosato (Acosta, 2012) y características morfo anatómicas de las hojas de biotipos con diferente sensibilidad al Glifosato (Carbone, 2105) en *G. perennis*. Sin embargo, son escasos los estudios realizados en *G. pulchella* y en ambas especies no se estudiaron los efectos del momento de emergencia sobre la fenología y crecimiento de las mismas, por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar la duración del ciclo y la asignación de biomasa en dos ciclos de crecimiento en ambas especies de *Gomphrena*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos en cada especie, los cuales se iniciaron en el 2013 en la FAyA-UNSE, ubicada en El Zanjón (27°46'60''S y 64°16'00''O, Tabla I). Las semillas de *G. perennis* fueron recolectadas en mayo de 2013 y 2015, en la localidad de Quimili, Departamento Moreno (27º38'46'' S y 62º24'47'' O) y las de *G. pulchella* en mayo de 2012 y 2015 en El Zanjón y Quimili, respectivamente. Se sembraron en bandejas multiceldas y a los 14 días se trasplantaron a macetas con suelo del lugar (Tabla 1). Las plantas se regaron para evitar estrés hídrico. Se determinó semanalmente y en 12 momentos, la biomasa total y su partición (n=5) a raíz (R), tallo (T), hojas (H) y flores (F). La biomasa en $g.pl^{-1}$ de los diferentes órganos se secó en estufa a 70°C durante 72 horas. En todos los casos, para comparar las medias se usó la Prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC)**,** implementada por Infostat. Se comparó la biomasa seca de R, T, H y F para cada especie mediante el ANOVA, considerando en el modelo que las varianzas de las particiones resultaron heterogéneas.

Tabla I. Fechas de siembra y emergencia para los ciclos de crecimiento 2013-2014 (I) y 2015-2016 (II) de *G. perennis* y *G. pulchella.*

Especie	*G. perennis*		*G. pulchella*	
	Siembra	Emergencia	Siembra	Emergencia
2013-2014 (I)	12/12/13	19/12/13	16/01/14	19/01/14
2015-2016 (II)	26/11/15	02/12/15	26/11/15	02/12/15

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración del ciclo ontogénico (emergencia-inicio de dispersión de semillas) fue diferente entre especies solamente en el ciclo I, siendo de 116 días (2282 $grados.día^{-1}$) para *G. perennis* y de 96 días (1756 $grados.día^{-1}$) para *G. pulchella*; mientras que fue en ambas especies de 90 días en el ciclo II (Tabla II). En ambos ciclos, se destaca la mayor duración de la fase vegetativa en *G. perennis* (Tabla II). Las diferencias en la longitud de la etapa vegetativa entre especies tienen importancia para establecer estrategias de manejo.

Al comparar el comportamiento de cada especie en los dos ciclos, se observa que la duración fue similar, expresada en días, tanto de la fase vegetativa como reproductiva de G. pulchella ya que las mismas fueron de 37 y 35 días y 59 y 57 días para el ciclo I y II, respectivamente (Tabla II). Por el contrario, la duración de las fases fueron diferente entre ciclos en *G. perennis* (Tabla II).

Tabla II. Duración de etapas fenológicas en días después de emergencia (DDE) y en tiempo térmico (GDD) para *G. perennis* y *G. pulchella.*

	Etapa vegetativa				Etapa Reproductiva			
Especie	*G. perennis*		*G. pulchella*		*G. perennis*		*G. pulchella*	
	DDE	GDD	DDE	GDD	DDE	GDD	DDE	GDD
Ciclo I	57	1230	37	731	59	2282	59	1756
Ciclo II	43	883	35	728	47	1911	57	1911

En la Tabla III se muestran las biomasas medias en $g.pl^{-1}$ de R, T y H en la etapa vegetativa, desde emergencia a inicio de pimpollado, en el ciclo I y II. Se observa que la asignación de biomasa a los diferentes órganos difieren para las distintas especies ($p< 0.0220$) en I y ($p< 0.0226$) en II. Se encontraron diferencias significativas en los pesos de R, T y H, siendo para R ($p< 0.0004$), T ($p< 0.0002$) y H ($p< 0.0001$) en el año I y de R ($p < 0.0048$), T ($p< 0.0001$) y H ($p< 0.0001$) en II. La partición a H fue mayor que a R y T en ambas especies y en I y II. Las biomasas fueron mayores en *G. perennis* que en *G. pulchella.*

Tabla III. Materia seca media en ($g.pl^{-1}$) de R, T y H al finalizar la fase vegetativa para los ciclos de crecimiento I y II de *G. perennis* y *G. pulchella.*

Ciclo	I		II	
Especie	*G. perennis*	*G. pulchella*	*G. perennis*	*G. pulchella*
Raíz	0,45	0,03	0,71	0,03
Tallo	0,71	0,10	0,51	0,08
Hoja	1,16	0,23	1,04	0,21

Si bien, no existirían trabajos publicados donde se compare el comportamiento de ambas especies, en el trabajo de Acosta (2012), donde compara el comportamiento de *G. perennis* con *Irisene diffusa*, *G. perennis*, presentó mayor tasa de crecimiento relativo, alcanzando las mayores tasas entre los 30 a 60 días, logrando además en este periodo el 85% de su área foliar.

En la Tabla IV se observa la biomasa en $g.pl^{-1}$ en R, T, H y F en la fase reproductiva (inicio de pimpollado a inicio de dispersión de semillas), donde en I la biomasa de *G. perennis* al final de dicha etapa (26,94 $g.pl^{-1}$) fue significativamente mayor a la de *G. pulchella* (19,40 $g.pl^{-1}$). Por el contrario, en II la biomasa de *G. pulchella* (67,60 $g.pl^{-1}$) fue significativamente mayor a la de *G. perennis* (36,54 $g.pl^{-1}$). Independientemente de esto, durante esta etapa, se observó que las especies difirieron en la asignación de biomasa ($p< 0.0001$) en I y II, existiendo diferencias en ambos ciclos en T, H y F y en R solo en el ciclo I. Al igual que en la biomasa total, las diferencias entre especies se modificaron en los componentes R, T y H, mientras que F fue en ambos ciclos superior en *G. pulchella* (Tabla IV).

Tabla IV. Materia seca media en $g.pl^{-1}$ de R, T, H y F al final de la fase reproductiva para los ciclos de crecimiento I y II de *G. perennis* y *G. pulchella.*

Ciclo	I		II	
Especie	*G. perennis*	*G. pulchella*	*G. perennis*	*G. pulchella*
Raíz (R)	7,93	1,12	2,94	3,05
Tallo (T)	14,00	6,06	24,11	43,73
Hoja (H)	6,03	3,49	5,67	9,43
Flor (F)	4,97	8,28	3,74	11,32

Si bien durante I las diferencias en la asignación de biomasa, indicaría diferencias en las estrategias de ambas especies, donde *G. perennis* asigna mayor biomasa a R, debido a la presencia del xilopodio y *G. pulchella* a F (Ochoa et al., 2015), dado que este comportamiento no se mantuvo en el ciclo II (F fue superior en *G. pulchella*, pero no hubo diferencias en R), nuevos estudios deberán ser llevados a cabo para la comprobación de esta hipótesis.

CONCLUSIONES

La duración de la fase vegetativa y el crecimiento vegetativo de los componentes R, T y H fue superor en *G. perennis* en ambos ciclos, lo que tendría implicancias en la duración del período de control. Durante la fase reproductiva, si bien el comportamiento de las especies difirió entre ciclos, en *G. pulchella*, la asignación de biomasa a F fue mayor en I y II, independientemente de la biomasa final alcanzada.

REFERENCIAS

1. Forcella, F., Benech Arnold, R.L., Sanchez, R. & Ghersa, C. M. Modeling seedling emergence. Field Crops Research. 2000. 67:123-139.
2. Benech-Arnold R., R. Sánchez, F. Forcella, B. Kruk and C. Ghersa. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 2000. 67, 105-122.
3. Kruk B. Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. Revista Agronomía & Ambiente. EFA. 2015. 35 (2): 179-190. FAUBA, Buenos Aires, Argentina.
3. Satorre E. y B. Kruk Interacciones cultivo-malezas: competencia. En: Bases y herramientas para el manejo de malezas. .2016. (Eds.) E. Satorre, Betina Kruk y Elba de la Fuente. Capítulo 5. Editorial Facultad de Agronomía (pp 141-178).
4. Martinez-Ghersa, M. A., C.M. Ghersa, E. H. Satorre. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. Field Crops Research. 2000. 67:181-190.
5. Shrestha, A. y C. J. Swanton. Parameterization of the phenological development of select annual weeds under noncropped field conditions. Weed Sci. 2007. 33: 446-454.
6. Satorre E., B. KRUK y E. de la FUENTE bases y herramientas para el manejo de malezas. Editorial Facultad de Agronomía. 2016. Pp. 285. ISBN 978-987-3738-09-8.
7. Acosta, J.M. 2012. "Arquitectura y modelos de crecimiento de malezas tolerantes a glifosato. Caracterización de las posibles estrategias de escape a la acción herbicida" Tesis para la obtención del Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biologicas. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
8. Carbone, A. 2015. "Caracterización morfo-anatómica de dos poblaciones de *Gomphrena perennis* L. y su posible relación con la sensibilidad al herbicida glifosato" Tesis presentada para optar al Título de Magister Scientiae de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.
9. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar
10. Ochoa, M. del C., Sobrero, M.T., Chaila, S., Raña, E., Prieto Angueira, S. Evaluación del crecimiento y partición de biomasa de dos especies del genero *Gomphrena*. 2015. XXII Congreso de ALAM y 1º Congreso ASACIM, 9 y 10 de septiembre de 2015, Buenos Aires, Argentina.

EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.): EFECTOS DE DENSIDADES, DISTRIBUCIONES Y HERBICIDAS EN LAS POBLACIONES DE MALEZAS

THE BEAN CROP (*Phaseolus vulgaris* L.): DENSITIES, DISTRIBUTIONS AND HERBICIDES EFFECTS IN WEED POPULATIONS

Bolaños, E. A.[1*];Pérez, V. J. M.[1]

[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méxicoanboes53@yahoo.com.mx

RESUMEN

Con el objetivo de determinar los efectos de dos densidades de siembra (150 y 300 mil plantas ha^{-1}), dos distribuciones (40 y 80 cm entre hileras), herbicidas pre emergentesy post emergentes, en el manejo de malezas en frijol,bajo labranza mínima, se llevó a cabo un experimento.Se aplicóglifosato para el control de la maleza ya emergida y días después se sembró.El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas, con 4 repeticiones. Se estimóel porcentaje de control de malezas, fitotoxicidad y rendimiento. Las malezas con mayor predominancia fueron:*Simsia amplexicaulis*, *Ipomoea purpurea*, *Malva parviflora*, *Oxalis latifolia*, *Eleusine multiflora*, *Setaria grisebachii* y*Brachiaria plantaginea*. El mejor control total (>90%) lo presentó la mezcla de fomesafen + fluazifop-p-butilaplicados en post emergencia. El tratamiento pre emergente que exhibió los mejores controles (98%) tanto de malezas dicotiledóneas como monocotiledóneas fue fomesafen + metolaclor.
Palabras clave: arreglo-topológico, herbicidas, efectividad, malas-hierbas, Fabaceae.

SUMMARY

Whith theobjetive to determine the effects of two planting densities (150 and 300 thousand plants ha^{-1}) with two distributions (40 and 80 cm between rows), pre-emergent herbicides and post-emergent for weed management of bean crop, under minimum tillage.Glyphosate was applied for the control of the emerged weed and days later planting was carried out. The experimental design was randomized complete blocks, with a split-plot arrangement,with four replicates. Itwasdeterminedthepercentage of weed control, phytotoxicityand yield. Weed species with highest dominance were: *Simsiaamplexicaulis, Ipomoea purpurea, Malvaparviflora, Oxalis latifolia, Eleusine multiflora, Setariagrisebachii*and*Brachiariaplantaginea.* The highest total control (>90%) was obtained mixing fomesafen + fluazifop-p-butil at post-emergence. The pre-emergent treatment with highest controls (98%) for both dicots and monocots in the experiment was fomesafen + metolachlor.
Key words: topologic-arrangement, chemical control, effectiveness, weeds, Fabaceae.

INTRODUCCIÓN

El frijol es uno de los granos que más se consumen en México y es la principal fuente de proteínas de la mayoría de los mexicanos, principalmente del medio rural (Luna, 2005).Durante el año 2015 se cosecharon en México 1,555,131 ha, obteniendo una producción de 969,146 t, con un valor de $ 9,469,052,000. Los estados con mayor superficie cosechada fueron: Zacatecas, Durango, Chihuahua, Chihuahua y Chiapas (SIAP, 2015).La maleza interfiere en el desarrollo de las plantas y por lo tanto en el rendimiento de los cultivos. La severidad de la competencia entre la maleza y los cultivos anuales, depende de las especies presentes, la densidad del cultivo y maleza, época de emergencia de la maleza, sistema de siembra, condición de humedad, nivel de fertilidad del suelo y duración del período de competencia, entre otros. En general, la

competencia es más crítica durante la primera etapa del desarrollo vegetativo del cultivo (Rosales y Medina, s/a).La producción de un cultivo está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y reproducción. El rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos. La densidad o número de plantas por unidad de superficie, es uno de los factores de manejo más importantes cuando se requiere determinar el rendimiento de un cultivo (Recinos, 2014). El incremento en la densidad del cultivo permite obtener mayores coberturas en forma anticipada dentro de ciclo del cultivo, lo que favorece una mayor producción de biomasa y por lo tanto mayor capacidad de competencia. En general, la relación entre la producción total de materia seca por unidad de superficie y la densidad de siembra es asintomática porque después de un determinado valor de densidad, el aporte de plantas adicionales causa una reducción en el peso individual de las mismas por el incremento de la competencia intraespecífica (Ruiz, 2014). Se ha demostrado que los mayores daños que le causan las malezas al frijol ocurren entre los primeros 30 a 40 días después de la emergencia de la planta (Bautista, 2004).Con base en lo anterior se planteó la investigación con los siguientes objetivos: determinar los efectos dedensidades y distribuciones del cultivo de frijol, en las poblaciones de malezas, bajo el sistema de labranza mínima; así como estimar la efectividad biológica de herbicidas pre emergentes y post emergentes selectivos sobre la maleza en dicho cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la primavera-verano de 2016 se condujo un experimento en el cultivo de frijol, en el lote "Xaltepa 18" del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo estado de México, localizado este en las coordenadas 19° 29´40.2´´latitud norte y 98° 52´41.7" longitud oeste, a una altura de 2173 m (GpsEtrex modelo Garmin).Previo a la siembra de frijol se realizó un subsoleo para descompactar el suelo, ya que por más de 20 años esta área no se ha sometido a labranza. Posteriormente se realizaron dos riegos por aspersión para estimular que las semillas de las malezas emergieran y las ya presentes salieran del estrés, producto de las bajas temperaturas y sequía. Después de los riegos se aplicó de forma total glifosato en proporción de 1.8 kg i.a.ha^{-1}, para lo cual, se empleó un equipo de aspersión montado a tractor. La siembra de frijol se realizó bajo el sistema de labranza mínima, previo manejo de la maleza. La siembra se llevó a cabo de forma manual en hileras separadas a 0.8 m y 0.4 m de ancho. La semilla del frijol utilizada fue "Flor de mayo 202" de habito II indeterminado. Se evaluaron dos densidades de siembra: 150 y 300 mil plantas ha^{-1}. Los tratamientos fueron dos densidades de siembra (150 y 300 mil plantas ha^{-1}), siete tratamientos de herbicidas y un testigo absoluto. El diseño experimental fue parcelas divididas donde la parcela grande correspondió a la densidad de siembra y la parcela chica a los tratamientos herbicidas (Tabla I). Los tratamientos químicos selectivos se aplicaron con una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 L equipada con una punta Teejet XR 11004VS. Previo a la aplicación se calibro la aspersora dando un gasto de 341 L ha^{-1}. Se evaluó en control de malezas total y por especie, fitotoxicidad, rendimiento y sus componentes (número de vainas por planta y número de granos por vaina). Los datos obtenidos durante las evaluaciones se sometieron a un análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias Tukey ($p \geq 0.05$), haciendo uso del Programa estadístico SAS®, versión 9.0.

Tabla I. Tratamientos evaluados en el experimento en el cultivo de frijol. Chapingo, México. 2016.

Tratamientos	Dosis p.f.** ha^{-1}	Dosis kg. i.a*. ha^{-1}	E A[1]
1. Fomesafen	1.0 L	0.25	PRE[2]
2.Fomesafen + metolaclor	1.0+2.0 L	0.25+1.920	PRE
3. Fomesafen + linuron	0.5 +0.5 L	0.125+0.225	PRE
4. Fomesafen+Fluazifop-p-butil	1.0L+2.0 L	0.25 +0.250	POST[3]
5.Imazethapyr + Fluazifop-p-butil	0.9 L+ 1.5 L	0.09+0.1875	POST
6.Bentazon + Fluazifop-p-butil	2.0L + 2.0 L	0.96+0-0.250	POST
7.Fomesafen +Bentazon+ Fluazifop-p-butil	0.5 L+ 1.0L+ 2.0L	0.123+ 0.48+0.250	POST

8.Testigo absoluto	----------	----------	--------

*Ingrediente activo, **Producto formulado, [1]Época de aplicación [2]Pre emergencia, [3]Post emergencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la siembra y a la aplicación del glifosato se determinaron las especies de maleza presentes y de acuerdo a su densidad fueron: *Simsiaamplexicaulis, Oxalisspp., Cyperusesculentus, Ipomoea purpurea* y*Cynodondactylon*. Los efectos de este herbicida sobre estas fueron excelentes (>95%), excepto *C. dactylon*, cuyo control fue inferior al 50%, lo cual se atribuye a que el pasto no estaba activo (estresado) debido a la falta de agua y bajas temperaturas.Las malezas predominantes durante el desarrollo del ensayo fueron: *Simsiaamplexicaulis, Ipomoea purpurea, Malva parviflora, Oxalis latifolia, Eleusine multiflora, Setariagrisebachii, Brachiariaplantaginea.*Con relación a los herbicidas pre emergentes se encontró que los mejores efectos totales sobre las malezas los exhibieron los herbicidas fomesafen+ metolaclor en dosis de 0.25 + 1.920 kg de i.a. ha^{-1} y fomesafen en dosis de 0.25 Kg de i.a. ha^{-1} con controles de 98 y 96 %, respectivamente y entre los cuales no hubo diferencias estadísticas (Tabla II).

Tabla II. Porcentajes del control total de malezas de los herbicidas pre emergentes durante la tercera evaluación. Chapingo, México. 2016.

Tratamiento	Media
Fomesafen + metolaclor	98.18 a*
Fomesafen	96.50 a
Fomesafen + linuron	90.68 b

*Las medias agrupadas con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($p \geq 0.05$).

Respecto a los herbicidas post emergentes los mejores controles totales se obtuvieron con los tratamientos a base de fomesafen+fluazifop-p-butil(0.25+0.25 Kg de i.a. ha^{-1}) y la triple mezcla compuesta de fomesafen +bentazon+ fluazifop-p-butil (0.123+ 0.48+0.250 Kg de i.a. ha^{-1}), con 96 y 94% respectivamente, siendo estas medias estadísticamente iguales. Las demás mezclas de herbicidas no alcanzaron los mínimos controles establecidos de acuerdo a la escala de evaluación EWRS y quedaron por debajo de 76% (Tabla III).Cabe señalar que en el caso particular de la conbinaciónimazetapir + fluazifop-butil se observó una disminución considerable en el control de los pastos por parte de fluazifop-butil, lo cual se atribuye a un antagonismo, ya que cuando se combinó con fomesafen y bentazonel control de pastos fue excelente. Esta misma mezcla fue la única que manifestó efectos fitotoxicos mismos que se atribuyen al imazetapir. Bentazon combinado con fluazifopbutil no presento buen control de malezas de hoja ancha, pero si mostró excelente control de pastos (Tabla III).

Tabla III. Porcentajes del control total de malezas de los herbicidas post emergentes durante la tercera evaluación. Chapingo, México. 2016.

Tratamiento	Media
Fomesafen+fluazifop-p-butil	96.43 a*
Fomesafen+bentazon+fluazifop-p-butil	94.15 ab
Imazethapyr+fluazifop-p-butil	75.90 bc
Bentazon+fluazifop-p-butil	56.75 c

*Las medias agrupadas con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($p \geq 0.05$).

Respecto a los efectos de la densidad sobre el rendimiento, no hubo diferencias estadísticas significativas; en cambio si las hubo para los tratamientos herbicidas (Tabla IV). En dicha tabla se observa de forma general que todos los herbicidas pre emergentes mostraron los mejores rendimientos (137-201 gr /cinco plantas). En cuanto a los post emergentes las combinaciones de fomesafen+fluazifopbutil y la triple mezcla fomesafen+bentazon+fluazifop fueron los tratamientos con mejores rendimientos (169-137 gr) respectivamente.

En cuanto a número de granos por vaina no hubo diferencias estadísticas para la densidad y los tratamientos herbicidas. Si se presentaron diferencias estadísticas en cuanto al número de vainas por planta para los herbicidas ((Tabla IV), así como para las densidades.

Tabla IV. Valores del rendimiento y componentes en el experimento de frijol.Chapingo, México. 2016.

Tratamientos	Peso gr/5 plantas	No. Vainas /planta
1.-Fomesafen	137.46 a	32.17 ab*
2.-Fomesafen + metolaclor	201.74 a	43.45 a
3.- Fomesafen + linuron	149.45 a	34.47 a
4.- Fomesafen+fluazifop-p-butil	169.31 a	35.92 a
5.-Imazethapyr + fluazifop-p-butil	50.61 b	16.92 c
6.-Bentazon + fluazifop-p-butil	45.34 b	17.05 bc
7.-Fomesafen +bentazon+ fluazifop-p-butil	137.75 a	35.05 a
8.-Testigo absoluto	17.72 b	7.00 c

*Las medias agrupadas con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($p \geq 0.05$).

CONCLUSIONES

- Glifosato aplicado previo a la siembra mostró un excelente control de la maleza, excepto *C. dactylon,* que presento tolerancia.
- El tratamiento pre emergente que exhibió los mejores controles (98%) tanto de malezas dicotiledóneas como monocotiledóneas en el cultivo de frijol fue fomesafen+metolaclor en dosis de 0.25+1.920 kg i.aha^{-1}. Considerando que los mayores problemas fueron malezas de hoja ancha, fomesafen aplicado solo, también manifestó muy buen control (96%).
- Con relación a los herbicidas post emergentes,el mejor control total de malezas se obtuvo confomesafen+fluazifopbutil en dosis de0.25+0.25 kg de i.a. ha^{-1}. Los tratamientos que involucraron Imazetapir y bentazon fueron los que manifestaron los más bajos controles de maleza de hoja ancha, estando estos por debajo del nivel de aceptación de la escala (EWRS).
- Los efectos de fluazifopbutil sobre los pastos disminuyeron considerablemente cuando se combinó con imazetapir.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, por las facilidades brindadas en la ejecución de experimento y a la Dirección General de Investigación y Posgrado por el financiamiento del mismo.

LITERATURA CITADA

Bautista., S. 2004. Evaluación agronómico – económico de diversas alternativas de control de malezas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Profesional. 66 p.

Rosales,E., y T.Medina C. (s/a). Manejo de maleza en cultivos básicos. *FAO* , 5-11p.

Recinos, .. S. 2014. Evaluavión de tres densidades de siembra en los genotipos de frijol ju 2005-1004-2 y ju 2006-1052-9 en el municipio de la Gomera, Guatemala a. Tesis, 60 p.

Ruiz, M. 2014. Densidad de población en maíz, coeficiente de atenuación de luz y rendimiento. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* pp. 3-8.

SIAP. 2015. *Servicio de Informacion Agroaliemntaria y Pesquera.*Consultado el 30 de noviembre de 2016. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp

Luna, V. J. 2005. El cultivo de frijol de riego a doble hilera en el altiplano potosino . INIFAP, 7-21.

EFECTO DE LA ESTERILIZACIÓN DEL SUELO CON VAPOR DE AGUA SOBRE SEMILLAS DE MALEZAS

EFFECT OF SOIL STEAM STERILIZATION ON WEED SEEDS

Castillo, M. P*[1], Gómez, R[2].

[1]Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía. San José, Costa Rica. [2]Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica.
* pilicluna@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la esterilización del suelo con vapor de agua en la viabilidad de semillas de las malezas *Poa annua*, *Polygonum hydropiperoides* y *Brassica campestris*. Las semillas se ubicaron a dos profundidades (20 y 40 cm) en un barril con suelo y se determinó la temperatura en ambas profundidades y en diferentes intervalos. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones por especie en cada profundidad. La temperatura se midió cuando el vapor de agua atravesó la columna de suelo. La esterilización continuó por treinta minutos a una temperatura de 99,3 °C en ambas profundidades y en los dos tiempos evaluados. Se determinó, utilizando cloruro de tetrazolio al 1% (m/v), que el 100% de las semillas no presentó viabilidad al finalizar la esterilización del suelo. Esta estrategia de control podría ser implementada por productores que realizan sus propios almácigos de hortalizas en suelo.
PALABRAS CLAVE: control de malezas, *Poa annua*, malezas en hortalizas, *Brassica campestris*, *Polygonum* spp.

ABSTRACT

The effect of soil steam sterilization on the viability of seeds of the weeds *Poa annua*, *Polygonum hydropiperoides*y *Brassica campestris* was evaluated. Weed seeds were placed at two depths (20 and 40 cm) inside a barrel with soil; temperature at both depths and in different intervals was determined. The experimental design was random blocks with three replicates per species per depth. Temperature was measured when steam emerged on top of the soil column. Soil sterilization continued for thirty minutes at a temperature of 99.3°C on both depths and intervals. Seed viability was determined using tetrazolium chloride (1% m/v) and it was determined that all recovered seeds were non-viable after soil sterilization. This weed control strategy could be implemented by farmers that prepare their own on-soil vegetable nurseries.
KEY WORDS: weed control, *Poa annua*, weeds in vegetable production, *Brassica campestris*, *Polygonum* spp.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, específicamente en las zonas altas de la provincia de Cartago, aproximadamente un 95% de pequeños agricultores de hortalizas, principalmente de cebolla, realizan sus propios almácigos utilizando suelo de sus fincas (Hernández, comunicación personal, 2015), por lo que el control de malezas es considerado uno de los factores más relevantes en dicha etapa. Algunas de las malezas más importantes en esta zona son *Poa annua*, *Brassica campestris* y *Polygonum* spp. (Araya, 2000). Es importante ofrecer nuevas alternativas que resulten efectivas y, además de bajo costo, para realizar un eficiente manejo de las malezas en la etapa de almácigo de hortalizas. El uso de calderas se ofrece como una opción, la cual se ha

implementado para la esterilización de suelo con vapor de agua, obteniéndose resultados muy eficientes tanto para el control de malezas como de patógenos y nematodos (Hernández, 2011). Debido a que la compra, instalación y uso de estos equipos es poco factible para pequeños productores de hortalizas, surge la necesidad de presentar alternativas para realizar la esterilización de suelo para almácigos utilizando materiales de bajo costo y de fácil acceso. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de la esterilización de suelo con vapor de agua sobre la viabilidad de semillas de tres especies de malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio: La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, ubicada en la provincia de Alajuela (10º00´15,8´´N, 84º16´04,8´´E) en el año 2014. La EEAFBM se localiza a una altitud de 840 msnm, con una precipitación anual promedio de 1940 mm y temperatura promedio de 22 °C.

Recolección de material y dimensiones del barril: Se evaluaron semillas de tres de las arvenses más abundantes en la zona alta de la provincia de Cartago*: Poa annua*, *Polygonum hydropiperoides* y *Brassica campestris*. La recolección de las semillas se realizó en el distrito de Cervantes, cantón de Alvarado, provincia de Cartago, Costa Rica. Las semillas se almacenaron a una temperatura de 4 °C hasta un día antes de realizarse el experimento. Se utilizó suelo proveniente de la EEAFBM, de una textura franco-arcillosa/arcillosa, densidad aparente de 0,89 g/cm3 y densidad de partículas de 2,48 g/cm^3. Se empleó dicho suelo debido a que poseía características físicas similares a las que presentan los suelos en las zonas altas de Cartago (Bertsch, 1998; Alvarado y Forsythe, 2005). Las dimensiones del barril se muestran en la Fig. 1. El agua requerida para generar el vapor necesario para la esterilización se añadió a los 24 cm inferiores del barril, y se dejó una altura neta de 60 cm para colocar el suelo. Se utilizó una tapa metálica con orificios para lograr la división entre el compartimento donde se colocó el agua y el suelo; además, se colocó un saco de nylon poroso sobre esta tapa inferior para evitar que parte del suelo cayera en el agua. El barril se colocó sobre una rejilla metálica sostenida por un muro de concreto de 30x70x70 cm de alto, largo y profundidad, respectivamente. La madera o leña se colocó debajo de la rejilla metálica.

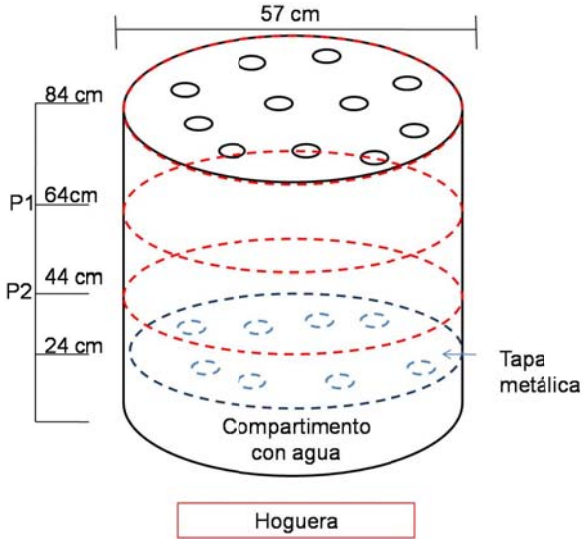


Fig. 1. Dimensiones del barril utilizado para realizar la esterilización de suelo empleando vapor de agua. P1: profundidad 1; P2: profundidad

Tratamientos y diseño experimental: Se colocaron por separado treinta semillas viables (según prueba de tetrazolio, efectuada en cada una de las especies de malezas) en bolsas de nylon de malla fina de 18 cm x 14 cm, con 900 poros por cm^2. Posteriormente, tres bolsas con semillas de cada especie fueron colocadas aleatoriamente a dos profundidades dentro del barril lleno con suelo: a los 20 cm (P1) y a los 40 cm (P2)

(Fig. 1), para un total de seis repeticiones por especie. Una vez que se llenó el barril con suelo, se colocó una tapa de metal con agujeros para permitir la salida del vapor y se encendió una hoguera debajo de este; se procuró mantener la intensidad de la hoguera a lo largo de las evaluaciones para evitar fluctuaciones en la temperatura. Previo al llenado del barril con el suelo se le realizaron cuatro perforaciones, dos en cada lado del barril, cada una a la altura de cada profundidad donde fueron colocadas las bolsas con las semillas, con el fin de determinar la temperatura en ambos lados del barril al introducir un termómetro de suelo. Se contabilizó el tiempo requerido para que el vapor de agua atravesara la columna de suelo y emergiera sobre la superficie del barril, en ese momento se determinó la temperatura alcanzada en las dos profundidades establecidas. Se determinó la temperatura del suelo a ambas profundidades luego de transcurridos treinta minutos desde que el vapor atravesó la columna de suelo, y luego se apagó la hoguera. Se extrajeron las bolsas, se abrieron con una tijera y se recuperaron las semillas colocadas inicialmente, las cuales fueron sometidas a la prueba de viabilidad utilizando cloruro de tetrazolio según el protocolo de la Asociación Internacional de Evaluación de Semillas (ISTA, 1985). Para esta prueba, las semillas se colocaron en una lámina de agua para su imbibición por un periodo de una hora, y luego fueron seccionadas a la mitad con el fin de dejar expuesto el embrión. Una sección de cada semilla se colocó en un plato Petri con una solución al 1% de cloruro de tetrazolio por cuatro horas, pasado este tiempo se observó si se producía la tinción rosa del embrión, lo cual indica que el embrión se encuentra viable (ISTA, 1985). Esta prueba de viabilidad también se realizó al inicio del experimento con el material recolectado de cada especie, para conocer la viabilidad de los lotes de semillas utilizadas. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, se emplearon tres repeticiones por especie en cada profundidad. El experimento se repitió luego de que se apagó la hoguera añadiendo suelo no esterilizado y colocando nuevas bolsas con semillas.

Análisis estadístico: Se diseñó el estudio para que los datos obtenidos pudieran ser analizados mediante técnicas estadísticas. Sin embargo, ya que la variable de respuesta, número de semillas viables por especie y profundidad, dio como resultado cero en ambos experimentos, no fue necesario hacer análisis estadístico, en esas condiciones cualquier prueba es significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La viabilidad inicial de los lotes de semillas evaluados fue de 57, 83 y 62%, para *P. annua*, *B. campestris* y *P. hydropipedroides*, respectivamente. Debido a que no existen estudios sobre la germinación o viabilidad de estas malezas no fue posible determinar si estos valores eran comunes en estas especies. Sin embargo, este porcentaje de viabilidad, asegura que un porcentaje adecuado de las semillas estudiadas se encontraba viable al momento del estudio. Se registró una temperatura de 99,3 °C en ambas profundidades y en los dos tiempos evaluados, por lo que no se observaron diferencias en la temperatura del suelo entre profundidades ni entre tiempos de evaluación. El tiempo requerido para que el vapor de agua atravesara la columna de suelo fue de 90 minutos, por lo que al sumar los treinta minutos que se dejó el suelo en la hoguera después de que emergiera el vapor, se requirieron 120 minutos para esterilizar el volumen de suelo señalado anteriormente. Se recuperó entre un 95% y un 99% de las semillas de malezas colocadas en las bolsas y enterradas en el suelo dentro del barril. El 100% de las semillas no presentaron viabilidad después de finalizada la esterilización del suelo (Tabla I). Estos resultados coinciden con estudios similares donde se ha indicado que la viabilidad de las semillas de malezas se pierde cuando se superan los 60°C (Van Loenen et al., 2003).

Tabla I. Viabilidad de semillas de tres especies de malezas comunes en la zona alta de Cartago, sometidas a esterilización con vapor de agua de un suelo ubicado en un barril.

Especie	Profundidad (cm)	Semillas recuperadas (%)	Semillas no viables (%)
Polygonum hydropiperoides	20	95	100
	40	97	100
Poa annua	20	98	100
	40	98	100

Brassica campestris	20	99	100
	40	98	100

La aplicación de vapor de agua al suelo también se usa para el control de patógenos y nematodos, pues estos mueren cuando se exponen a temperaturas superiores a los 60 ºC en un periodo de treinta minutos. Lo anterior se evidenció en un estudio realizado por Van Loenen et al. (2003), quienes utilizaron temperaturas de 60 ºC sobre los nematodos *Globodera rostochiensis* y *G. pallida* y los patógenos *Verticillium dahliae*, Sclerotinia sclerotiorum, Sclerotium cepivorum, *Pythium ultimu*, y donde obtuvieron un 100% de efectividad. Estos patógenos y nematodos son comunes en los suelos dedicados a la producción de hortalizas en la zona alta de Cartago (Coto, 2005; Granados, 2005; Granados y Wang, 2005).

CONCLUSIONES

El método de esterilización de suelo evaluado en este trabajo resultó efectivo para eliminar la viabilidad de las tres especies de semillas evaluadas, por lo que podría ser empleado por pequeños productores que realizan sus almácigos con suelo, y que no tienen la posibilidad de comprar una caldera. Además, se evita el uso excesivo de herbicidas que ha causado la selección de algunas poblaciones de malezas resistentes a los agroquímicos utilizados comúnmente por los productores de hortalizas. Sin embargo, esta metodología aún debe ser validada a nivel práctico en el campo.

REFERENCIAS

1. Araya, E. Control químico de *Polygonum aviculare* y otras malezas en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis Lic., San José, Costa Rica: Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 2000.
2. Hernández, J. Diseño y evaluación de un generador de vapor de baja potencia. Tesis Lic., México: Universidad Autónoma de Chapingo. 2011.
3. Bertsch, F. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1998. 157 p.
4. Alvarado, A., y W. Forsythe. Variación de la densidad aparente de órdenes de suelos de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2005. 29(1): 85-94. ISSN:0377-9424.
5. ISTA (International Seed Testing Association). Handbook on tetrazolium testing. International Seed . Zurich, Gran Bretaña: Testing Association. 1985.
6. Van Loenen, M., Y. Turbett, C. Mullins, N. Feilden, M. Wilson, C. Leifert, and W. Seel. Low temperature-short duration steaming of soil kills soil-borne, pathogens, nematode pest and weeds. European Journal Plant of Pathology. 2003. 109(9): 993-1002.
7. Coto, A. El nematodo blanco de la papa (*Globodera pallida*. Stone). Cartago, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería y Servicio Fitosanitario del Estado. 2005.
8. Granados, M. Pudrición blanca de la cebolla: una enfermedad difícil de combatir. Agronomía. Costarricense 2005. 29(2): 143-156. ISSN:0377-9424.
9. Granados, M., y A. Wang. Aislamiento e identificación de hongos asociados a esclerocios de *Sclerotium cepivorum*, causante de la pudrición basal de la cebolla, en la zona alta de Cartago. Agronomía Costarricense 2005. 29(1): 57-66. . ISSN:0377-9424.

EFECTO DE COBERTURAS INVERNALES EN EL ENMALEZAMIENTO

WINTER COVER CROPS EFFECTS ON WEED COMMUNITIES

Fernández, G [(1)*], Dávila, E[(1)*], Elduayen, N. [(1)]

[1]Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay
* griself@fagro.edu.uy

RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado en el marco de un experimento de largo plazo en el que se evalúa la productividad de maíz, con y sin fertilización nitrogenada, en secuencia con coberturas invernales (raigrás, triticale, avena, trébol alejandrino y arveja, sin aplicación de herbicidas más un testigo sin cobertura y con herbicida). Las determinaciones realizadas en forma periódica de octubre 2013 a setiembre 2014 señalaron marcados efectos de las coberturas y ningún efecto de la fertilización. La densidad del enmalezamiento invernal fue menor en las coberturas gramíneas que en las leguminosas y tan bajo como la determinada en el barbecho descubierto con tratamiento herbicida aunque con diferencias en la composición de especies. Por el contrario la menor densidad y desarrollo del enmalezamiento temprano en el maíz ocurrió en la cobertura de arveja que fuera la que presentara la mayor biomasa residual post-desecación.
PALABRAS CLAVE: cultivo de cobertura, enmalezamiento invernal, maíz

ABSTRACT

The study was conducted on a long-term experiment where maize productivity in sequence with 5 winter cover crops (rye, triticale, oat, clover vetch) with and without nitrogen fertilization is evaluated. Determinations (from October 2013 until September 2014) showed clear effects of the cover crops and none for fertilization management. Winter weed density was lower in grass cover crops than legume covers, as low as densities determined in fallow treatment with herbicides, although weed composition had differences. Conversely, the lowest weed density and development, at initial stages of corn, was obtained with vetch, which was the cover crop with highest residual biomass post-desiccation.

KEY WORDS: cover crop, winter weed communities, corn.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de la implementación de los planes de uso y manejo de suelo en Uruguay, enmarcados en la reciente ley de conservación de suelos (No. 18564) se constata actualmente en el país, un sostenido incremento del área de cultivos de coberturas invernales.

La siembra de este tipo de cultivos ha demostrado constituir una estrategia de importante utilidad en la disminución de los riesgos de erosión de suelos en numerosas situaciones, y por tanto es considerada como una herramienta de importancia para el logro de sistemas productivos sustentables. Por otra parte, dependiendo de la especie utilizada como cobertura y su manejo se han comprobado también, beneficiosos efectos a nivel de los enmalezamientos con impactos en el cultivo sembrado post-cobertura (De Morales et al., 2013; Hiroshi et al., 2005; Mafakheri et al., 2010).

Efectos de este tipo pueden ser trascendentes en sistemas con inclusión de maíz, cultivo de alta sensibilidad a la interferencia de malezas, en el que el rendimiento depende fuertemente de la eficacia de los controles alcanzados.

En consideración de lo expuesto se entendió de interés la realización del presente estudio que tuvo por objetivos determinar los efectos de 5 coberturas invernales (arveja, avena, raigrás, trébol alejandrino y triticale) sobre el enmalezamiento invernal y el enmalezamiento en el cultivo de maíz, con y sin fertilización nitrogenada.

.

MATERIALES Y MÉTODOS

La etapa a campo de este estudio fue conducida en un experimento de largo plazo instalado la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía- Universidad de la República (Uruguay) situada en el Departamento de Paysandú (Ruta Nacional No. 3, kilómetro 363) en el periodo octubre de 2013 a setiembre de 2014.

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas completamente al azar con tres repeticiones. La parcela mayor correspondió a las coberturas sin tratamiento herbicida (raigrás, triticale, avena, trébol alejandrino y arveja) y al tratamiento testigo (un barbecho descubierto y con tratamiento herbicida). La parcela menor correspondió a la fertilización (con y sin nitrógeno) en la etapa de cultivo de maíz.

Las determinaciones realizadas, aproximadamente cada mes, consistieron en 4 muestreos por parcela determinando densidad y grado de desarrollo por especie de maleza en áreas de 0,3m*0,3m.

A partir de los resultados se confeccionaron distintas variables correspondiendo a las especies por separado, clasificadas por su grado de desarrollo en vegetativo y reproductivo, y también grupo de especies en función de caracteres de interés. Todas ellas fueron sometidas a análisis de varianzas, complementándose con análisis de contrastes ortogonales preestablecidos y contrastes de medias según el test de Tukey (5%) utilizando el programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la última determinación del 19/09/2014, previo a la desecación de las coberturas y 136 días post-siembra, las mayores infestaciones fueron detectadas en las coberturas leguminosas y particularmente en el trébol alejandrino. Las menores densidades se observaron en las coberturas gramíneas resultando la densidad de malezas estimada en triticale sólo 8% de la presente en trébol alejandrino (Tabla I).

Tabla No. I. Densidad del enmalezamiento (No. de malezas/m^2) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación el 19/09/2014

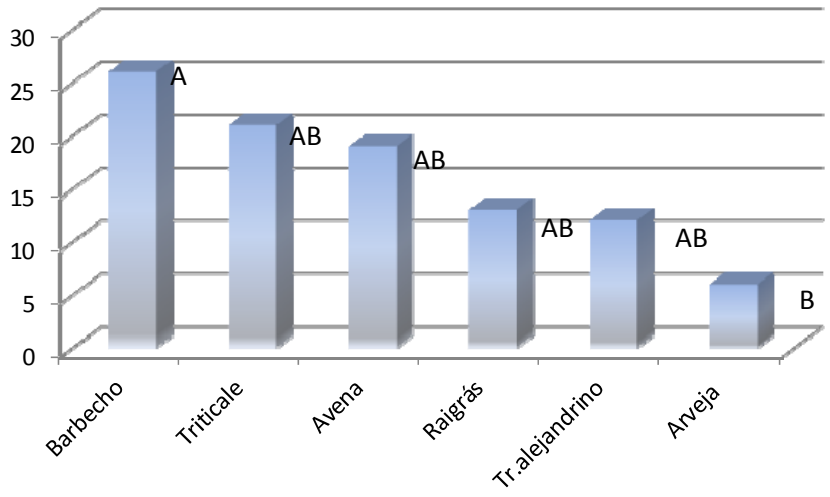
COBERTURA	MALEZAS (No./m^2)	VEGETATIVO (%)	REPRODUCTIVO (%)
Trébol alejandrino	139 A	57	43
Arveja	78 AB	75	25
Barbecho descubierto	48 AB	87	13
Raigrás	44 B	63	37
Avena	37 B	78	22
Triticale	36 B	94	6

Por otra parte y tal como se deduce del cuadro, considerando que en el transcurso del ciclo de las coberturas no se realizó ningún control con herbicida, mientras que el barbecho recibió la aplicación de glifosato el 04/08/2014, el efecto de control de las coberturas resultó similar al de glifosato, siendo que los niveles de infestación no se diferenciaron estadísticamente entre el barbecho y las coberturas.

Cabe aclarar que las coberturas que presentaron un mejor control de malezas, no fueron las que produjeron la mayor cantidad de materia seca final. A nivel de hipótesis se manejó la posibilidad de que existieran efectos alelopáticos involucrados en la expresión de estos resultados. En las gramíneas estudiadas, raigrás tanto como avena y triticale, existen numerosas comprobaciones de presencia de potencial alelopático y podría pensarse que con independencia de los efectos de cobertura existieran efectos de inhibición a nivel del enmalezamiento ligados a la liberación de aleloquímicos por estas especies. También las diferencias en cobertura inicial podrían tener relación con estos resultados. Aún no habiendo sido estimado, el característico lento desarrollo temprano de trébol alejandrino pudo haber determinado escasa competitividad inicial frente a las malezas, favoreciendo mayores densidades de éstas.

Observando la contribución porcentual según grado de desarrollos es posible deducir además, que los mayores potenciales de reinfestación se producen en el trébol alejandrino lo que contribuye a que se constaten año a año mayores densidades en estas parcelas. Al respecto, resulta destacable el bajísimo potencial de reinfestación en triticale y obviamente, también bajo, el del barbecho descubierto con herbicida.

En cuanto a los efectos en el enmalezamiento en el cultivo de maíz, que recibiera en todos los tratamientos una aplicación de glifosato y atrazina en preemergencia, las determinaciones a los 18 y 42 días post-siembra destacaron efectos de residualidad en el caso de la cobertura de arveja que resultó con densidades significativamente más bajas y de menor desarrollo promedio que las estimadas en el barbecho (Figura 1).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 1. Densidad de malezas (No./m^2) para las distintas coberturas y el barbecho a los 42 días post-siembra de máiz con glifosato+atrazina en preemergencia.

Muy posiblemente la cantidad de rastrojo en superficie sea la explicación a estos resultados. La cobertura de arveja fue el tratamiento con logró la mayor producción de biomasa final, superando en 50 a 70% la materia seca producida en las restantes coberturas. En el barbecho, la biomasa fue mínima y rápidamente descompuesta por la aplicación de herbicida al momento del desecado de las coberturas, permitiendo la aparición anticipada de las malezas y por ende mayores desarrollos al momento en que puedan decidirse tratamientos de control complementarios a los utilizados en preemergencia.

CONCLUSIONES

Las coberturas demostraron constituir interesantes estrategias para el manejo del enmalezamiento.

Las coberturas de gramíneas raigrás, avena y triticale fundamentalmente y también la de arveja, resultaron igualmente efectivas que los tratamientos herbicidas de barbecho en el manejo de las especies de malezas invernales.

La cobertura con trébol alejandrino presentó mayores densidades de malezas y también mayores riesgos de reinfestaciones potenciales que las coberturas de gramíneas.

La densidad del enmalezamiento estival se vió afectada por las coberturas y su rastrojo. El menor tamaño de enmalezamiento se observó en la cobertura de arveja, siendo ésta la de mayor producción de biomasa final y rastrojo, en los meses de setiembre y diciembre respectivamente.

REFERENCIAS

1. De Morales, P. V.; Agostinetto, D.; Panozzo, L. E.; Oliveira, C.; Kleinick, G.; Markus, C. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenho produtivo da cultura do milho. Ciencias Agrárias (Recife). 2013. 34(2): 497-508.

2. Hiroshi, U.; Kazuto, I.; Takayoshi, T.; Yakuta, J. Weed control by cover crops under organic farming maize, soybean and potato. In: World Congress on Allelopathy (4th., 2005, Wagga Wagga, Australia). Proceedings. Wagga Wagga, 2005. s.e. pp. 318-320.

3. Mafakheri, S.; Ardakani, M. R.; Meighani, F.; Mirhadi, M. J.; Vazan, S. Rye cover crop management affects weed suppression and yield of corn (Zea mays L.). Notulae Botanicae Horti Aagrobotanici Cluj-Napoca. 2010. 38(3): 117-123.

AMINOCYCLOPYRACHLOR AVAILABILITY IN AMENDED SOILS WITH BIOCHARS DERIVED FROM SOYBEAN RESIDUES, SUGARCANE BAGASSE, AND WOOD CHIPS

DISPONIBILIDAD DEL AMINOCYCLOPYRACHLOR EN SUELOS MODIFICADOS CON BIOCHARS DERIVADOS DE RESIDUOS DE SOJA, BAGAZO DE AZÚCAR, Y VIRUTAS DE MADERA

Author (s): Mendes, K.F.[1]*, Spokas, K.[2], Tornisielo, V.L.[1]
[1]University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil.
[2]University of Minnesota, and United States Department of Agriculture, St. Paul, MN, USA.
* e-mail (kassio_mendes_06@hotmail.com)

ABSTRACT

Agricultural and soil management practices have been reported to affect aminocyclopyrachlor sorption-desorption. Amending soil with biochar is recommended to reduce bioavailability of aminocyclopyrachlor. The objective of this study was to determine the effect of amending soils with biochars derived from soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips (pine), or same raw feedstocks, on the sorption-desorption of aminocyclopyrachlor from three Midwestern U.S. states, a silt loam (Minnesota and Pennsylvania) and a silty clay loam (Illinois). Soil was amended at 10% (w/w), and sorption-desorption studies were performed in duplicate using the batch equilibration method. Of the three biochars tested (soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips), none succeeded in increasing the sorption of aminocyclopyrachlor, but decreased desorption this herbicide when added to the different soils. Based on this preliminary experiment, biochar does not appear to be an effective means of reducing aminocyclopyrachlor leaching in these soils.
KEY WORDS: black carbon, auxin herbicide, management practices, soil behavior

RESUMEN

Prácticas de manejo agrícola y de suelo se han notificado a afectar la adsorción-desorción del aminocyclopyrachlor. Se recomienda el suelo modificado con el biochar para reducir la biodisponibilidad de aminocyclopyrachlor. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la modificación de los suelos con biochars derivados de residuos de soja, bagazo de caña de azúcar y virutas de madera (pino) biochars derivados, o mismas materias sin carbonizar, en la adsorción-desorción del aminocyclopyrachlor de tres estados del medio oeste de Estados Unidos, el franco limoso (Minnesota y Pensilvania) y un suelo franco arcilloso (Illinois). El suelo fue modificado en el 10% (w/w), y los estudios de adsorción-desorción se realizaron por duplicado utilizando el método de lotes de equilibrado. De los tres biochars probados, ninguno ha conseguido aumentar la adsorción del aminocyclopyrachlor, pero disminuyó la desorción de este herbicida cuando se agregó a los diferentes suelos. Basada en este experimento preliminar, el biochar no parece ser un medio eficaz de reducir la lixiviación en aminocyclopyrachlor estos suelos.
PALABRAS CLAVE: carbono negro, herbicidas auxinas, prácticas de manejo, comportamiento del suelo

INTRODUCTION

One area in the renewable energy renaissance attracting significant attention is the use of biochar produced from the pyrolysis of vegetative biomass [1]. Biomass sources such as agricultural residues or forestry wastes (e.g. wood chips, soybean residues, and sugarcane bagasse) are excellent precursors for the production of bio-oil, biochar and biogas energy products.

Given the similarities in some of properties of biochars and their similar effects on the fate processes of herbicides, the existing body of the literature on biochar is bioaccessibility, bioavailability, efficacy, and

toxicological impact are directly linked to the desorption behavior, as the compound needs to be released back into soil solution for efficacy [2]. Studies have demonstrated implications for herbicide sorption and desorption efficacy in biochar amended soils [3, 4, 5]. As a consequence, weed control in biochar-amended soils may prove more difficult as pre-emergent herbicides may be less effective and require additional application amounts [2]. Aminocyclopyrachlor (6-amino-5-chloro-2-cyclopropylpyrimidine-4-carboxylic acid) have high leaching potential and is the first herbicide in the pyrimidine carboxylic acid family and is an auxin mimicking herbicide causing an epinastic response due a disruption in gene expression.
The objective of this study was to determine the effect of amending soils with biochars derived from soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips (pine), or same raw feedstocks, on the sorption-desorption of aminocyclopyrachlor from three Midwestern U.S. states, a silt loam (Minnesota and Pennsylvania) and a silty clay loam (Illinois).

MATERIALS AND METHODS

Three Midwestern U.S. soils were selected for this study: silt loams from Minnesota (MN) and Pennsylvania (PA), and a silty clay loam from Illinois (IL). Physicochemical properties of soils are described in Table I.

Table I. Soil profiles (0-10 cm of depth) for the three sites

Site	Soil taxonomy[a]	Sand ($g\ kg^{-1}$)	Silt ($g\ kg^{-1}$)	Clay ($g\ kg^{-1}$)	SOM ($g\ kg^{-1}$)	CEC ($meq\ 100\ g^{-1}$)	pH	Bray P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	Ca ($g\ kg^{-1}$)
MN	Typic Hapludoll	280	560	160	42.5	14.5	6.7	40.1	169.2	2.2
IL	Typic Endoaquoll	170	560	270	47.9	16.6	6.0	25.1	187.9	2.5
PA	Typic Hapludalf	100	650	250	33.8	8.2	6.2	51.9	118.5	1.5

[a]According to USDA.
SOM: soil organic matter, CEC: cation exchange capacity, pH: potential of hydrogen, Bray P: phosphorus Bray extraction, K: potassium, Ca: calcium.

Three biochars were prepared from soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips (pine) by heating for 2 hours at 500, 350, and 500°C, respectively. Biochar properties are listed in Table II. The biochar was added to soil at a 10% (w/w) ratio. Despite being an impractical field application rate, this rate was used to elucidate the impact of biochar and the un-charred biomass on sorption behavior.

Table II. Physicochemical properties of the biochars

Feedstocks	Production T (°C)	C (%)	N (%)	O (%)	S (%)	Ash (%)
Soybean Residues	500	48.0	1.26	11.07	0.03	37.5
Sugarcane Bagasse	350	75.2	0.66	15.76	0.06	3.76
Wood Chips (Pine)	500	87.2	0.43	6.44	0.01	2.37

DuPont (Wilmington, DE, USA) kindly provided the analytical and ^{14}C-labeled aminocyclopyrachlor (pyrimidine-2-^{14}C-aminocyclopyrachlor). The standard solutions were prepared in 0.01 N $CaCl_2$ at a concentration of 0.30 mg L^{-1}. The standards were stored at 4 ^{o}C in darkness then brought to ambient temperature prior to use. The solution radioactivity was ~150 Bq mL^{-1}.
Aminocyclopyrachlor concentrations were determined after each system achieved a pseudo-steady state using the batch-equilibration method. Replicate samples were prepared by adding 10 g of soil, 1 g of biochar into a 50 mL glass centrifuge tube with a Teflon-lined cap. The tubes were shaken horizontally for 24 hr in oscillating shaker in a dark room at 20 ± 2 °C. After equilibration, samples were centrifuged for 15 min at

1280x *g* and the supernatants were collected. One mL aliquots of the supernatant solutions were mixed with 5 mL scintillation cocktail [EcoLite(+)™, MP Biomedicals, LLC, Solon, OH] and analyzed for ^{14}C by liquid scintillation counting using a Packard 1500 Tri-Carb counter (Packard Instruments, Downers Grover, Il). Desorption experiments were performed immediately after sorption under the same conditions.

Sorption-desorption coefficient (K_d, L kg^{-1}) was also calculated with the equation: $K_d = C_s/C_e$, where C_s is the amount of herbicide sorbed on the unamended or amended soil: $C_s = (C_i - C_e)$, C_i being the herbicide initial liquid concentration, C_e being the equilibrium liquid concentration.

K_d values were subjected to analysis of variance (ANOVA) and when significant differences between the treatments, averages were compared by Dunnett's honest significant difference (HSD) test ($p<0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

Surprisingly, sorption of aminocyclopyrachlor not increased in all soils after the addition of biochars (Fig. 1). It should be noted sorption depends on the herbicide, biochar, and soil properties [3]. However, not all biochar amended soils have resulted in higher sorption of aminocyclopyrachlor [6,7].

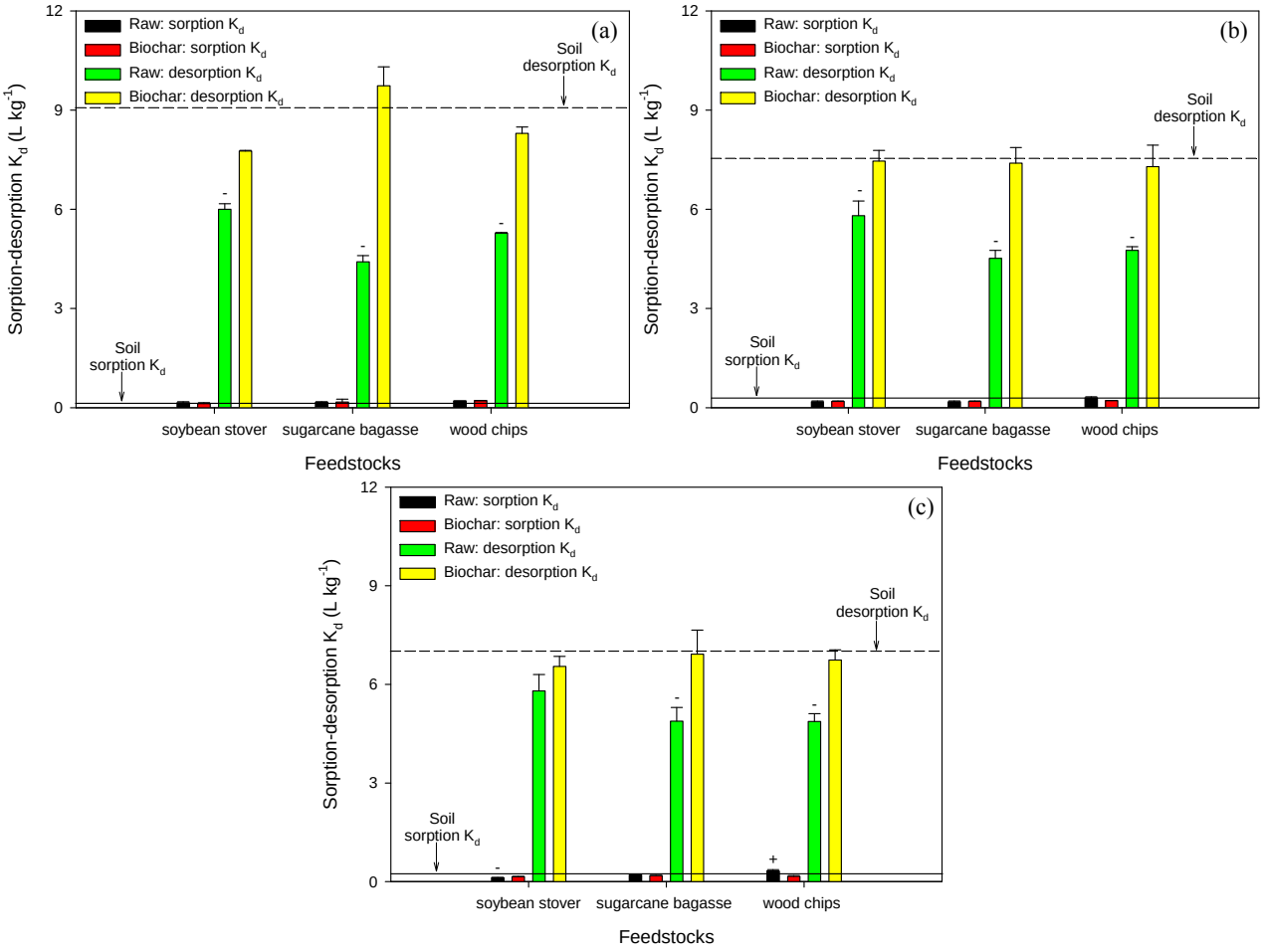


Fig. 1 Sorption-desorption K_d (L kg^{-1}) of aminocyclopyrachlor applied in soils from three Midwestern U.S. states [Minnesota, silt loam (a); Illinois, silty clay loam (b); and Pennsylvania, silt loam (c)] from the soil-only systems and with soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips derived biochars or same raw feedstocks. A "-" sign above the color bars indicates lower sorption-desorption K_d and a "+" sign indicates great sorption-desorption K_d than unamended soil (Dunnett's test at $p<0.05$). The vertical bars associated with each column represent the standard deviation (±SD) of each mean value ($n = 2$)

Sorption coefficients of aminocyclopyrachlor was high (0.32 L Kg^{-1}) only wood chips raw amended soil from PA (Fig. 1c) which increased by a factor of 1.6-time as compared to the unamended soil. $K_{d\ (sorption)}$ values were 0.12, 0.23, and 0.21 L Kg^{-1} to the unamended soil from MN, IL, and PA, respectively. It is important to know that the lower the K_d value, lower herbicide sorption capacity, the higher its concentration available in the soil solution and hence the greater the availability to the weeds and microorganisms as well as leaching.

On the other hand, desorption of aminocyclopyrachlor decreased in all soils after the addition of biochars, except biochar soybean residues in soil from PA (Fig. 1c), which desorption of herbicide in these treatments were lower than raw feedstock amended soils. $K_{d\ (desorption)}$ values were 9.12, 7.59, and 7.29 L Kg^{-1} to the unamended soil from MN, IL, and PA, respectively. This difference can be justified by clay content found in the soils (Table I).

CONCLUSION

Of the three biochars tested (soybean residues, sugarcane bagasse, and wood chips), none succeeded in increasing the sorption of aminocyclopyrachlor, but decreased desorption this herbicide when added to the different soils from three Midwestern U.S. states. Based on this preliminary experiment, biochar does not appear to be an effective means of reducing aminocyclopyrachlor leaching in these soils.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the São Paulo Research Foundation (FAPESP) (2016/17683-1) for the financial support.

REFERENCES

[1] Spokas, K.A., Reicosky, D.C. Impacts of sixteen different biochars on soil greenhouse gas production. Annals of Environmental Science, 2009, v.3, p.179-193.

[2] Kookana, R.S., Sarmah, A.K., Van Zwieten, L., Krull, E., Singh, B. Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. Advances in Agronomy, 2011, v.112, p.103-143.

[3] Spokas, K.A., Koskinen, W.C., Baker, J.M., and Reicosky, D.C. Impacts of woodchip biochar additions on greenhouse gas production and sorption/degradation of two herbicides in a Minnesota soil. Chemosphere, 2009, v.77, n.4, p.574-581.

[4] Zheng, W., Guo, M., Chow, T., Bennett, D.N. Rajagopalan, N. Sorption properties of greenwaste biochar for two triazine pesticides. Journal of Hazardous Materials, 2010, v.1-3, p.121-126.

[5] Martin, S.M., Kookana, R.S., Van Zwieten, L., Krull, E. Marked changes in herbicide sorption-desorption upon ageing of biochars in soil. Journal of Hazardous Materials, 2012, v.231-232, p.70-78.

[6] Cabrera, A., Cox, L., Sopkas, K., Hermosín, M.C., Cornejo, J., Koskinen, W.C. Influence of biochar amendments on the sorption–desorption of aminocyclopyrachlor, bentazone and pyraclostrobin pesticides to an agricultural soil. Science of the Total Environment, 2014, v.470–471, p.438–443.

[7] Hall, K.E., Ray, C., Ki, S.J., Spokas, K.A., Koskinen, W.C. Pesticide sorption and leaching potential on three Hawaiian soils. Journal of Environmental Management, 2015, v.159, p.227-234.

ADOPTION OF WEED MANAGEMENT PRACTICES IN THE CROPPING AREA OF ARGENTINA

ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN ARGENTINA

Scursoni[1*] J*, Duarte,A[2]*, Oreja, F[3]*, Kruk, B[2]*, De la Fuente E[3].
[1]Cátedra Producción Vegetal, FAUBA,[2]Cátedra de Cerealicultura, FAUBA,[3]Cátedra de Cultivos Industriales, FAUBA.
*scursoni@agro.uba.ar

ABSTRACT

The objectives are: i) to assess the use of management practices and, ii) to detect the main weeds problems. In 2016, advisers and crop producers were surveyed through webmail to assess the adoption of management practices and to indicate the most problematic weeds. More than 53% use only chemical options. The most used are fallow treatment (86%), full herbicide rates (62%), proper herbicide timing (46%), multiple modes of action (41%) and rotation of herbicide modes of action (32%). Among non-chemical practices the adoption is: crop rotation (45%), avoiding seed production during (31%) and after crop cycle (25%), narrow row (19%), competitive cultivars (18%) and, less than 15% used increasing crop densities and time of sowing. *Conyza* sp., *Amaranthus* sp., *Sorghum halepense*, *Chloris* sp., *Eleusine indica*, *Echinocloa* sp., *Lolium* sp. are considered the most important weeds. There is high dependence on chemical control. Extension policies are needed to emphasize integrated weed management.
Key words: web survey, problematic weeds.

RESUMEN

Los objetivos son: i) evaluar el uso de prácticas de manejo y ii) detectar las principales malezas problema. En 2016, asesores y productores fueron encuestados via webmail para evaluar la adopción de prácticas de manejo e indicar las malezas más problemáticas. Más del 53% utiliza sólo herbicidas. Las prácticas más utilizadas son barbecho químico (86%), dosis completas (62%), momento adecuado de aplicación (46%),mezcla (41%)y rotación de modos de acción (32%). Entre las no químicas: rotación de cultivos (45%), evitar producción de semillas durante (31%) y después del cultivo (25%), acortamiento de entresurcos (19%), cultivares competitivos (18%). Menos del 15%,aumento de densidad del cultivo yadecuación de fecha de siembra. *Conyza sp.*, *Amaranthus sp.*, *Sorghum halepense*, *Chloris sp.*, *Eleusine indica*, *Echinocloa sp.*, *Lolium sp.* son las malezas más importantes. Existe alta dependencia del control químico. Se necesitan políticas de extensión que promuevan el manejo integrado de malezas.
Palabras clave: encuesta web, malezas problemáticas**.**

INTRODUCTION

Weeds are the greatest constraint of yields in cropping systems (1).The increased availability and acceptability of highly effective and selective synthetic herbicides in the last decades converted them as the predominant option for weed control, with the environmental, economic and social consequences of herbicide use being ignored or downplayed. An over-reliance on herbicides use led to the widespread development of herbicide resistant weeds (2) and concerns about potential negative effects on human health and the environment.

In Argentina, the soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) transgenic cultivars resistant to glyphosate (RR) have been rapidly adopted by farmers.The high rate of adoption is based on the simplicity of use provided by a single herbicide (glyphosate), its high efficacy to control many weeds and, the low costs relative to that used in conventional crops (3).Some consequences related to the increase of the area cultivated with RR soybean with permanent no-tillage were the reduction of crop and herbicides diversity and rotation, the introduction of soybean in areas where was not feasible in the past, the conversion of perennial habitats to arable fields, the decrease in species diversity over time (4) and steady increment of weed problems (5, 2).

Surveys conducted in the midsouth of US showed that the practices related to herbicides application were perceived as the most important in all crops (6). Although these kind of surveys were not carried out under argentinean conditions, it is assumed that the use of non-chemical practices is also scarce in Argentina. Surveys may help to diagnose quantitatively the relative importance of management practices and thus, contributeto generate solutions. The objectives of this work were i) to assess the use of chemical and non-chemical weed management practices and, ii) to identify the main weed species problems.

MATERIALS AND METHODS

During 2016 a web-based survey system was carried out with 85 advisers and producers of the main crop production areas of Argentina grouped according to their activity (Figure 1). The geographical representativeness of the respondents was Córdoba (22%), Buenos Aires (20,5%), Santa Fé (7,5%), Entre Ríos (7%) and La Pampa (6%). These provinces represent the most important agricultural area of Argentina. The survey consisted of questionnaire (Table 1). Questions about farming practices adoption had four options of answers: always, often, rarely and never.

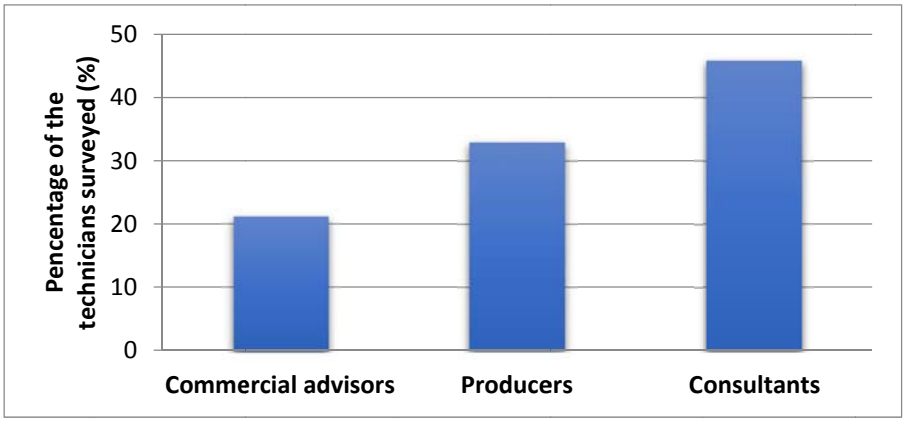


Figure 1. Composition of the group of technicians surveyed

RESULTS AND DISCUSSION

The agronomic practices with the highest level of adoption were those related to the application of herbicides. This is in agreement with results registered on the midsouth US (6). More than 53% use only chemical options. The most used farming practices are fallow treatment (86%), full herbicide rates (62%), proper herbicide timing (46%), multiple modes of action (41%) and rotation of herbicide modes of action (32%). Among non-chemical practices the adoption is: crop rotation (45%), avoiding seed production during (31%) and after crop cycle (25%), narrow row (19%), competitive cultivars (18%) and, less than 15% used increasing crop densities and time of sowing. However, independently of the group of technicians considered, crop rotation registered a higher percentage of adoption than we expected. This could be because alternating two crops (i.e. soybean-wheat/ soybean) is often locally view as crop rotation(Figure 2). Although, cover crops were only registered as “always” in about 5% of the cases, the interest for this practice is increasing in the last years, particularly because of the difficulties to control certain problematic weeds such as *Parietaria debilis*, *Iresine diffusa* and *Viola arvensis* and also to reduce herbicides applications (cita). It is surprising that low cost practices such as cleaning of equipment, changing sowing time, increasing crop density or choosing more competitive cultivars are not usually applied. This is probably due to the lack of awareness of the remarkable reduction of weediness produced by these weed management practices. For

instance, biomass of the first cohort of waterhemp was 20% lower in 38-cm rows than in 76-cm rows of corn (7) and, in turn, wild oat effect in barley yield losses was significantly lower when crop density was 280 plants/m^2 than 220 plants/m^2 (8). *Conyza* sp. was considered the most important weed in the whole survey(Figure 3). However, other species such as *Gomphrena* sp. and *Borreria* sp. showed high local importance particularly in Córdoba, Santa Fe and Santiago del Estero.

Table 1. Questionnaire included in the survey

1 - Are you adviser, producer or commercial adviser?
2 -Area where you work:
3 -Surface of the area you manage:
4 -Crops and area (ha) per crop covered in your advisory work:
5 -Five main weeds handled in soybean, corn, wheat, other
6 - Resistant weeds handled insoybean, corn, wheat, other
7 - Indicate how often you do the following farming practices (always, often, rarely, never):
7.1 Chemical fallow
7.2. Application of herbicides at the recommended / suitable time
7.3. Application of multiple MOAs focused on the main weeds
7.4. Application of the recommended complete dose of herbicide
7.5. Preventing weed seed production during cultivation
7.6.Preventing weed seed production after cultivation
7.7.Preventing weed seed production in no cropped area
7.8. Preventing weed seed dispersal
7.7. MOA rotation
7.10. Crop rotation
7.11. Rotation of crops with resistance to different herbicides
7.12 Cleaning of tillage and harvesting equipment
7.13.Manual or localized weeding
7.14.Tillage
7.15.Reducing of inter row distance
7.16.Increasing crop density
7.17.Choosing more competitive crops
7.18.Changing sowing date
7.17.Using cover crops
7.20.Periodic monitoring of weeds
9.21.Use of predictive models

CONCLUSIONS

- The practices related to the use of herbicides show the highest level of adoption.
- The low cost and very effective non-chemical options for weed management are scarcely used.
- These results generates the challenge of increasing the transference to advisers and producers encouraging them to use not only well suited chemical options but to complement them with non-chemical weed management practices that proved to be very successful tools.

Acknowledgements: to all those who kindly responded to the requested survey

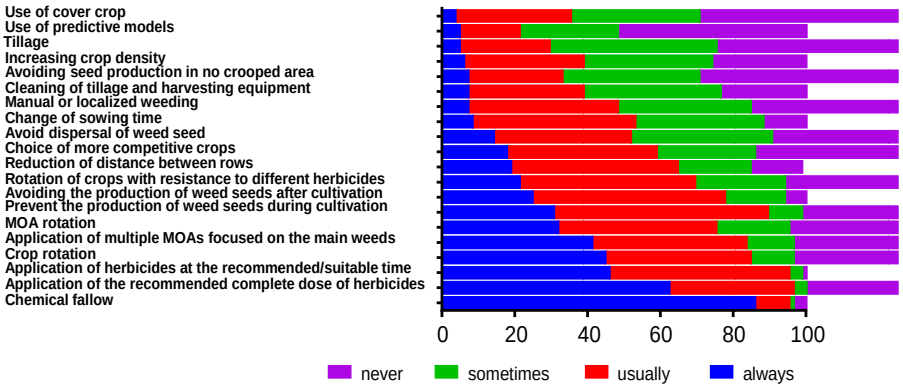


Figure 2.Use of management practices categorized in (always, usually, never, never)

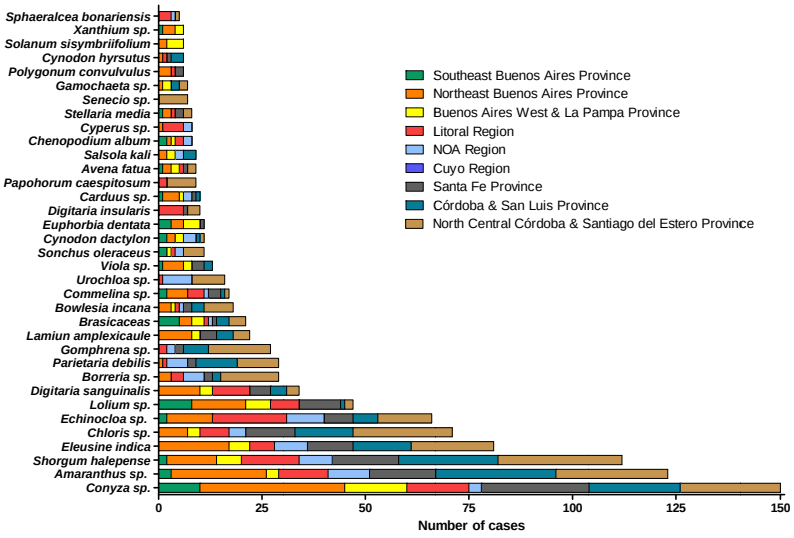


Figure 3.Most important weeds of cropping systems in Argentina,considering the total number of answers.

REFERENCES

1- Oerke, E.C. 2006, "Crop losses to pests": The Journal of Agricultural Science. 144:31-43

2-Heap, I.M.2017. International survey of herbicide resistant weeds. Available on Web: http://www.weedscience.org/

3-Scursoni J. and E. Satorre . 2010.Glyphosate management strategies, weed diversity and soybean yield in Argentina. Crop Protection 29:957-962.

4- De la Fuente E.B., S.A. Suarez and C.M. Ghersa. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). Agriculture, Ecosystems & Environment 115: 229-236

5-Faccini, D.; Puricelli, E. Efficacy of herbicide, dose and plant stage on weeds present in fallow. Agriscientia, v. XXIV, n.1, p. 29-35. 2007.

6-Riar, D.S.,J.K. Norsworthy, L.E. Steckel, D. O. Stephenson, IV, T. W. Eubank, and R.C. Scott.2013 Assessment of Weed Management Practices and Problem Weeds in the Midsouth United States—Soybean: A Consultant's Perspective. Weed Tech.: 27:612-622.

7-Nordby, D.E. and R.G. Hartzler.2004. Influence of corn on common waterhemp (*Amaranthus rudis*) growth and fecundity. Weed Science: 52, 255-259.

8-Scursoni J.A. and E.H. Satorre. 2005. Barley (*Hordeum vulgare*) and Wild Oat (*Avena fatua*) Competition Is Affected by Crop and Weed Density. Weed Technology19: 790-795

ACTIVIDAD HERBICIDA DE TRES SUSTANCIAS DE ORIGEN NATURAL
HERBICIDAL ACTIVITY OF THREE COMPOUNDS OF NATURAL ORIGIN

Agüero, R *, Portuguez , P*, González, M*, Rodríguez, A.
ragueroster@gmail.com
Universidad de Costa Rica.

RESUMEN

En febrero del 2017 se condujo un experimento en casa de malla, en la Estación experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica. Se evaluaron tres herbicidas de origen natural, D-limoneno, extracto de pino, extracto de tomillo; y uno de origen sintético, glufosinato. Se incluyó un testigo absoluto. Estos se asperjaron sobre *Bidens pilosa*, *Amaranthus* sp., *Echinochloa colona* y *Rottboellia cochinchinensis*. Las plantas asperjadas con los herbicidas naturales mostraron síntomas muy rápido, pero su eficacia final varió entre especies. D-limoneno mostró resultados significativos con las cuatro especies evaluadas, si bien la dosis evaluada se considera muy alta. Con el extracto de pino y el extracto de tomillo no se obtuvo eficacia sobre *B. pilosa.* El extracto de pino controló *Amaranthus* sp, *E. colona* y *R. cochinchinensis*, y el extracto de tomillo controló *Amaranthus* sp y *R. cochinchinensis.* El herbicida sintético glufosinato mostró resultados significativos en las cuatro especies.
PALABRAS CLAVE: herbicidas naturales, glufosinato, D-limonene, extracto de pino, extracto de tomillo.

ABSTRACT

During February of 2017, an experiment was conducted in a greenhouse of the Agricultural Research Station Fabio Baudrit Moreno, University of Costa Rica. Three herbicides of natural origen were tested, D-limonene, a pine extract and a thyme extract. The synthetic herbicide glufosinate was also tested and an absolute check was included. These herbicides were sprayed on *Bidens pilosa*, *Amaranthus sp*, *Echinochloa colona* and *Rottboellia cochinchinensis*. Plants sprayed with the herbicides of natural origin showed symptoms rather rapidly, although the final efficacy of these products varied among species. D-limonene showed significant results with all species, although the rate tested is considered rather high. Pine and thyme extracts did not control B. pilosa. Pine extract showed significant results on Amaranthus sp, E. colona and R. cochinchinensis. The thyme extract showed significant results on Amaranthus sp and R. cochinchinensis. The synthetic herbicide glufoninate showed significant results on all species.
KEY WORDS: herbicides of natural origin, glufosinate, D-limonene, pine extract, thyme extract

INTRODUCCIÓN

La literatura reporta herbicidas naturales que poseen nuevos modos de acción, no obstante, el uso de estos para el combate de arvenses es muy reducido (1), en su lugar existe una amplia gama de herbicidas químicos cuya aplicación, a pesar de su eficacia, trae ciertas desventajas como contaminación de los suelos y desequilibrio ambiental (2 y 3). Su uso frecuente y la aplicación de altas dosis han desencadenado la resistencia en arvenses, desmejorando la eficacia del control (4). Por lo tanto, el uso de herbicidas naturales podría ser una alternativa para el control de arvenses, ya que este tipo de productos son biodegradables en el ambiente y poseen un modo de acción más específico en comparación con los herbicidas de origen sintético (2 y 1). El objetivo del trabajo fue evaluar la eficacia de tres herbicidas naturales para el control de cuatro poblaciones de arvenses y compararla con el efecto de un herbicida sintético de amplio espectro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas en una casa malla de la Estación Experimental Fabio Baudrit (EEFB) ubicada en La Garita de Alajuela, Costa Rica entre las coordenadas latitud N 10°00373' y longitud W 084°15.992' bajo una temperatura promedio de 22°C y una altitud de 840 msnm.
En el mes de febrero se seleccionaron cuatro especies de arvenses, dos de hoja ancha (*Bidens pilosa* y *Amaranthus* sp.), y dos de hoja angosta (*Echinochloa colona* y *Rottboellia cochinchinensis*) para asperjarlas con cada uno de los herbicidas. Para la siembra las semillas se pregerminaron en una solución de nitrato de

potasio (KNO_3) al 0,25% durante 24 horas y luego se realizó un almácigo con cada una de las arvenses, se trasplantaron seis plántulas de cada especie en cada macetero de 17 cm de diámetro, en el fondo de este se colocó suelo previamente esterilizado con el método propuesto por (5). Las plantas se mantuvieron a capacidad de campo con riegos programados por goteo.

La aspersión de los herbicidas se realizó en posemergencia temprana a los ocho días después del trasplante de las arvenses, cuando las especies tenían de dos a tres hojas verdaderas. Se emplearon cuatro herbicidas tres de origen natural (productos comerciales), extracto de pino al 15% (5,25 kg ia/ha), extracto de tomillo al 23% (2,41 kg ia/ha), D-limoneno 55% (26,95 kg ia/ha) y uno de origen sintético el glufosinato de amonio 14 SL (0,39 kg ia/ha). Se incluyó, además, un testigo sin aplicación de herbicida. A cada respectivo caldo de aplicación se le adicionó un adherente (alcohol isotridecílico etoxilado) al 0,09% (%v/v).

Para la aspersión se utilizó una bomba de espalda manual de 18 l, afuera de la casa de malla. La descarga promedio de la boquilla fue de 800 ml/min y la velocidad de aspersión fue de 1 m/s. El volumen de aspersión fue de 250 l/ha.

A los ocho y quince días después de la aplicación (dda) se evaluaron dos variables respuesta, grado de daño (1=No existen síntomas; 2= Presencia de síntomas; 3= Síntomas moderados; 4= Síntomas severos; 5= Síntomas muy severos) y número de plantas muertas.

El diseño del experimento fue un irrestricto al azar con un arreglo factorial de dos factores: tipo de herbicida y tipo de arvense, a cinco y cuatro niveles, respectivamente. Cada tratamiento se replicó cuatro veces (en total 80 unidades experimentales). La variable respuesta grado de daño se analizó con análisis de varianza y contrastes. El número de plantas muertas se analizó mediante un modelo de regresión logística. Se utilizó el programa estadístico JMP versión 9 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grado de daño**:** Para el grado de daño la interacción herbicida*especie resultó significativa en ambas fechas por lo que el análisis se hizo comparando el efecto de los herbicidas para cada especie o la diferencia del efecto de un herbicida dado de una especie a otra. Los dos enfoques proporcionan información interesante por lo que se decidió estudiar ambos (Tabla I).

Contrastes entre especies para cada herbicida.: A los 8 dda los extractos de pino y tomillo no mostraron diferencias por tipo de malezas (hoja ancha o angosta). Los mejores resultados con las cuatro especies ocurrieron con D-limonene, si bien este observó diferencias por tipo de maleza, con un mayor impacto sobre las especies de hoja ancha. El extracto de tomillo controló mejor *R. cochinchinensis* que *E. colona* y ambos extractos controlaron mejor *Amaranthus* sp. que *B. pilosa*. Similares resultados se observaron a los 15 dda.

La eficacia de los herbicidas naturales encontrada en este trabajo concuerda con lo que reportan otros autores. En el caso de limoneno, (6) reportan la inhibición del crecimiento de la arvense *Amaranthus viridis* dado que la acción de este compuesto podría afectar la actividad mitótica de las arvenses. La reducida eficacia de extracto de pino sobre *B. pilosa* podría deberse a que este extracto se utiliza en la mayoría de los casos con efecto inhibitorio sobre la germinación de las arvenses (7). En cuanto al extracto de tomillo también se reporta su fitoxicidad sobre la especie *Amaranthus retroflexus* y su efecto sobre esta especie fue más eficaz que la acción del 2,4–D (8).

Contrastes entre herbicidas para cada especie: A los 8 dda, para todas las especies, los herbicidas en promedio presentan un grado de daño que los hace significativamente diferentes al testigo. Los herbicidas naturales producen en promedio el mismo grado de daño que el glufosinato, con excepción del limoneno que produce un daño mayor que el glufosinato y que los otros herbicidas naturales. Los grados promedio de daño de los extractos de pino y de tomillo fueron inferiores para *E. colona* y *Bidens pilosa*. A los 15 dda se mantuvo el efecto significativo de los herbicidas, cuando se comparan con el testigo. Durante esta evaluación, el limoneno mostró efecto similar al glufosinato sobre las arvenses evaluadas. El limoneno mostró mejores resultados que los extractos en *B. Pilosa* y en *E. colona*. En *Amaranthus* sp. y en *E. colona* fue mejor el extracto de pino que el de tomillo. El rápido desarrollo de síntomas que se reporta con el uso de herbicidas naturales en comparación con el glufosinato, puede ocurrir cuando involucre ácidos grasos que disuelvan la cera cuticular de las hojas, lo cual desencadena una rápida desestabilización de la membrana plasmática (9).

Tabla I. Grado de daño y contrastes ortogonales planteados.

Grado de daño 8dda promedio según:	**Herbicida**				
Especie	E. de pino	E. de tomillo	Glufosinato	Limoneno	Testigo
Amaranthus sp.	4,75	4,25	4	5	1
B. pilosa	2,75	3	4	5	1
E. colona	2,25	2,5	4	4,25	1
R. cochinchinensis	4	4	4	4,5	1
Contrastes evaluados entre especies	**Probabilidad asociada al contraste**				
	E. de pino	E. de tomillo	Glufosinato	Limoneno	Testigo
Hoja ancha vs. Hoja angosta	0,0677	0,0677	1	0,0029	1
Amaranthus sp. vs. *B. pilosa*	2,30E-09	4,70E-05	1	1	1
E. colona vs. *R. cochinchinensis*	0,384	2,00E-06	1	0,384	1
Contrastes evaluados entre herbicidas	*Amaranthus* sp.	*B. pilosa*	*E. colona*	*R. cochinchinensis*	
Testigo vs. herbicidas	1,00E-22	2,20E-16	7,00E-18	2,00E-20	
Glufosinato vs. herbicidas naturales	0,0057	0,0785	0,1573	0,4767	
Limoneno vs. extractos	0,0473	5,00E-12	0,0008	0,0473	
E. de pino vs. E. de tomillo	0,845	0,384	7,20E-08	1	
Grado de daño 15dda promedio según:	**Herbicida**				
Especie	E. de pino	E. de tomillo	Glufosinato	Limoneno	Testigo
Amaranthus sp.	5	4,25	5	5	1
B.pilosa	2,75	3	5	5	1
E. colona	4,25	2,5	4,5	4,25	1
R. cochinchinensis	4,5	4	5	4,5	1
Contrastes evaluados entre especies	**Probabilidad asociada al contraste**				
	E. de pino	E. de tomillo	Glufosinato	Limoneno	Testigo
Hoja ancha vs. Hoja angosta	0,029	0,0849	0,2475	0,0049	1
Amaranthus sp. vs. *B. pilosa*	5,00E-09	0,0001	1	1	1
E. colona vs. *R. cochinchinensis*	0,4122	6,20E-06	0,1039	0,4122	1
Contrastes evaluados entre herbicidas	*Amaranthus* sp.	*B. pilosa*	*E. colona*	*R. cochinchinensis*	
Testigo vs. herbicidas	3,00E-23	5,00E-28	1,00E-17	2,00E-21	
Glufosinato vs. herbicidas naturales	0,3159	3,4E-7	0,0013	0,0091	
Limoneno vs. extractos	0,1578	3,00E-11	0,0015	0,3442	
E. de pino vs. E. de tomillo	0,0161	0,4122	2,90E-07	0,1039	

Número de plantas muertas: A los 8 dda la interacción tipo de herbicida* tipo de arvense no fue significativa (p□0,9012). Tampoco se encontró significancia para los efectos simples tipo de arvense (p□0,9984) y tipo de producto (p□ 0,9999). Esto pudo ocurrir debido a que a los 8 dda las plantas todavía tenían tejido verde, por lo que aún no se contabilizaron como muertas. En contraste con esto, a los 15 dda todas las razones de ventaja de muertas versus vivas en las que se compara el testigo contra uno de los herbicidas naturales resultaron significativas y sustancialmente menores que 1, con tres excepciones que indican que el extracto de pino y el extracto de tomillo no tienen efecto sobre *B. pilosa* y el extracto de tomillo no tiene efecto sobre *E.colona*. Enlosdemás,laproporción de plantas muertas es significativamente mayor cuando se aplica uno de los herbicidas (Tabla II). Si bien la literatura reporta que el extracto de tomillo podría contener timol y *p*-cymene ambos son compuestos fitotóxicos (8), la baja actividad encontrada podría deberse a que este podría requerir una mayor dosis para ejercer un control eficaz.

Tabla II. Razones de ventaja (OR) de planta muerta vs viva, a los 15 dda.

Ventaja de muerta vs.	***Amaranthus* sp.**		***B. pilosa***		***E. colona***		***R. cochinchinensis***	
viva de :	**OR**	**P[1]**	**OR**	**P[1]**	**OR**	**P[1]**	**OR**	**P[1]**
E. tomillo vs. E.pino	0,485714	0,3005	1,05E-07	0,2355	0,0724638	0,0026*	0,1692308	0,0056*
Glufosinato vs. E.pino	43726149	0,0151*	5,03E+09	<,0001*	364384573	<,0001*	184995245	<,0001*
Glufosinato vs. E. tomillo	90024424	0,0010*	4,78E+16	<,0001*	5,03E+09	<,0001*	1,09E+09	<,0001*
Limoneno vs. E. pino	1,4	0,6821	529	<,0001*	1,6666667	0,3821	7,6153846	0,0069*
Limoneno vs. E.tomillo	2,882353	0,1505	5,03E+09	<,0001*	23	0,0001*	45	<,0001*
Limoneno vs. Glufosinato	3,20E-08	0,0368*	1,05E-07	0,2355	4,57E-09	<,0001*	4,12E-08	0,0748
Testigo vs. E. pino	9,15E-10	<,0001*	1,05E-07	0,2355	7,62E-09	0,0001*	3,87E-09	<,0001*
Testigo vs. E. tomillo	1,88E-09	<,0001*	1	.	1,05E-07	0,2355	2,29E-08	0,0151*
Testigo vs. Glufosinato	2,09E-17	<,0001*	2,09E-17	<,0001*	2,09E-17	<,0001*	2,09E-17	<,0001*
Testigo vs. Limoneno	6,53E-10	<,0001*	1,99E-10	<,0001*	4,57E-09	<,0001*	5,08E-10	<,0001*

*Significativo al 5% [1] Probabilidad asociada a las pruebas de hipótesis de que OR = 1

En todas las especies el glufosinato tiene ventaja sustancial sobre el extracto de pino y sobre el extracto de tomillo y lo mismo ocurre con el limoneno para *Amaranthus* sp. y *E. colona*. Las razones de ventaja para *B. pilosa* y *R. cochinchinensis* no resultaron significativamente diferentes de 1 lo cual indicaría que el limoneno tiene el mismo efecto que el glufosinato; sin embargo, el orden de magnitud de las razones de ventaja en la muestra (1,052e-7 y 4,1165e-8) hace que la conclusión no sea contundente. En otros estudios también se reporta que el control de las arvenses al utilizar el herbicida Butaclor y el extracto de *A. conyzoides* no tienen diferencias significativas entre sí (10).

El limoneno mostró ventaja significativa sobre el extracto de pino y sobre el extracto de tomillo en *B. pilosa* y en *R.cochinchinensis* y sobre el extracto de tomillo en *E. colona*. En *Amaranthus* sp., a pesar de que las razones de ventaja son superiores a 1 en la muestra este resultado no es significativo. Si se compara el extracto de tomillo con el extracto de pino se encuentran desventajas significativas del tomillo contra el pino en *E. colona* y en *R. cochinchinensis.*

CONCLUSIONES

1.-Los herbicidas ejercen un control eficaz y más rápido que un herbicida sintético.
2. El extracto de pino ejerció control sobre *Amaranthus* sp., *E. colona* y R. *cochinchinensis*, el limoneno controló todas las especies, y el extracto de tomillo el *Amaranthus* sp.
3.-El efecto de los herbicidas naturales (extracto de pino y extracto de tomillo) no es de amplio espectro, en orden de mayor a menor eficacia se encuentran: limoneno, extracto de pino y el extracto de tomillo. Estos herbicidas podrían utilizarse como parte de programas de manejo integrado de arvenses.

REFERENCIAS

1. - Dayan, Franck. Duke, Stephen. Natural Compounds as Next-Generation Herbicides. [En línea]Plant Physiology. 1090-1105.166, 3, november, 2014. http://dx.doi.org/10.1104/pp.114.239061.[16 de marzo del 2017].
2. - Bhowmik, Prasanta. Inderjit, Singh. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. [Enlínea] Crop Protection.661-671. 22, 4, may, 2003 http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00242-9. [16 de marzo del 2017].
3.- Blanco, Yaisys. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. [En línea] Cultivos Tropicales. 5-16. 27, 3, sin mes, 2006. 16 de marzo de 2017]. http://sochilewww.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825001.
4.- Valverde, Bernal. Heap, Ian. 2009. El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo [en línea]. Seminario internacional diagnóstico y manejo de la resistencia a herbicidas (Serie Actas Inia; No. 44). Nelson Espinoza Neira, 2009 1-26p.http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR36351.pdf. [16 de marzo de 2017].
5.- Castillo, María del Pilar. Gómez, Robin. Efecto de la esterilización del suelo con vapor de agua sobre semillas de malezas.[En línea]Agronomía Mesoamericana. 409-413.27, 2, sin mes, 2016. http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.21286. [16 de marzo de 2017].
6. - Vaid, Supriya. Batish, Daizy. Singh1, H. Kohli, R. Phytotoxicity of limonene against *Amaranthus viridis*L.[En ínea]The Bioscan163-165. 6, 1, march, 2011. http://www.thebioscan.in/Journals_PDF/6140-%20SUPRIYA%20VAID.pdf. [21 de marzo de 2017].
7.- Jiménez, Lisandra. Valdés, Delvis. Álvarez, Reinaldo. Efecto alelopático de *Pinus caribaea* en la germinación de arvenses en casas de cultivo protegido. [En línea] Centro Agrícola 79-83. 33, 4, sin mes, 2006. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2009100931. [21 de marzo de 2017].
8.- Dayan, Franc. Owens, Daniel. Watson, Susan. Asolkar, Ratnakar.Boddy, Louis. Sarmentine, a natural herbicide from *Piper* species with multiple herbicide mechanisms of action. .[En línea] Frontiers in Plant Science 1-11. 6, 222, sin mes, 2015. < doi: 10.3389/fpls.2015.00222> [21 de marzo de 2017].
9.- Amri, Ismail. Hamrouni, Lamia.Hananac, Mohsen. Jamoussi,Bassem. Reviews on phytotoxic effects of essential oils and their individual components: news approach for weeds management. [En línea] International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology 96-114. 4,1,january-march, 2013. https://www.researchgate.net/publication/235408958_Review_on_the_phytotoxic_effects_of_essential_oils_and_their_individual_components_News_approach_for_weed_management. [21 de marzo de 2017].
10.- Xuan,Tran. Shinkichi, Tawata. Hong, Nguyen. Khanh, Tran. Min, Chung Ill. Assessment of phytotoxic action of Ageratum conyzoides L. (billy goat weed) on weeds. Crop Protection. 915-922. 23, 10, 2004. http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2004.02.005. [21 de marzo de 2017].

EFECTO DE MEZCLAS DE HERBICIDAS EN EL COMPORTAMIENTO, CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE *Eisenia foetida*

EFFECT OF HERBICIDE MIXTURES ON THE BEHAVIOR, GROWTH AND REPRODUCTION OF *Eisenia foetida*

García, I*, Comas S*, Torres M*, Hladki, R*, Fernández G.

Universidad de la República – PDU "Impacto de los agroquímicos sobre los productos agroalimentarios y el ambiente" – CENUR Litoral Norte- EEMAC. Paysandú, Uruguay.
* isabelgarciacarriquiry@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue estudiar el efecto de flumioxazin, sulfentrazone, metribuzin, fomesafen y metolaclor en dos dosis, y sus mezclas con metolaclor, utilizando a *Eisenia foetida* como bioindicador. Cuando se evaluó crecimiento, sólo la mezcla de metolaclor + flumioxazin, el tratamiento de flumioxazin en dosis alta y el de metribuzin a dosis recomendada presentaron pérdidas de peso y tasas de crecimiento relativas negativas diferenciándose del testigo. En cuanto a reproducción ninguno de los tratamientos se diferenció del testigo sin tratar en el número de lombrices juveniles, cocones eclosionados, ni cocones totales. En el ensayo de evasión, metribuzin y fomesafen a dosis recomendada no se diferenciaron del testigo sin tratar, mientras que las lombrices en metolaclor a dosis alta y la mezcla metolaclor + flumioxazin, evadieron el suelo tratado. Los resultados remarcan la necesidad de contemplar distintos biomarcadores en estudios de ecotoxicidad.

PALABRAS CLAVE: mezclas herbicidas, *Eisenia foetida*, ecotoxicidad.

ABSTRACT

The aim was to study the effect of two doses of flumioxazin, sulfentrazone, metribuzin, fomesafen and metolachlor, and its mixtures with metolachlor, using *Eisenia foetida* as bioindicator. When growing was assessed, only metolachlor + flumioxazin, high dose of flumioxazin and the recommended dose of metribuzin showed weight losses and negative relative growth rate differing from the control. As far as reproduction, none of the treatments differed from the untreated control in juvenile earthworm number, hatched cocoons nor total cocoons. In the evasion test, metribuzin and fomesafen at the recommended dose did not differ from the untreated control, while the earthworms in metolachlor at high dose and the metolachlor + flumioxazin mixture evaded the treated soil. The results highlight the need to consider different biomarkers in ecotoxicity studies.

KEY WORDS: herbicide mixtures, *Eisenia foetida*, ecotoxicity.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha constatado una acelerada intensificación en el uso de herbicidas. Parte de esta realidad tiene relación con el proceso de intensificación agrícola pero también con cambios en la cultura de producción. Si bien el área cultivada en Uruguay se multiplicó por cinco del año 2000 al 2012 (1) el volumen importado de herbicidas se multiplicó por siete en el mismo periodo destacando la tendencia a una creciente utilización de este insumo agrícola. Esto constituye un riesgo potencial si se considera que, tal como se plantea en un artículo de la Pesticide Action Network Europe (2), la mayoría de los pesticidas no se dirige específicamente a la plaga y durante su aplicación también afecta a plantas y animales no objetivo,

existiendo múltiples resultados de estudios sobre efectos negativos en los microorganismos del suelo y su actividad, así como en invertebrados. La norma son aplicaciones de mezclas de principios activos para controlar una amplia variedad de especies de malezas que afectan los rendimientos, sin embargo la mayor parte de la información deriva de estudios realizados con los principios activos en forma aislada. Entre los pocos trabajos que existen, algunos comprueban efectos de sinergismo en relación al daño, por lo que parece de importancia estudiar el efecto de las mezclas tanto de herbicidas como de herbicidas y adyuvantes más utilizadas en el país. Los ensayos con lombrices son una herramienta ampliamente reconocida para evaluar efectos de agroquímicos (3). Las lombrices constituyen gran parte (>80%) de la biomasa de los invertebrados terrestres, y juegan un rol importante en generar estructura e incrementar el contenido de nutrientes del suelo. Los efectos sobre este bioindicador suponen el uso de diferentes metodologías para el estudio de efectos agudos (mortalidad) o crónicos (efectos subletales sobre el crecimiento y la reproducción). En función de lo expuesto se planteó como objetivo estudiar el efecto de 5 herbicidas en dos dosis: flumioxazin, sulfentrazone, metribuzin, fomesafen y metolaclor y 4 mezclas: metolaclor + flumioxazin, metolaclor + sulfentrazone, metolaclor + metribuzin y metolaclor + fomesafen sobre biomarcadores asociados al comportamiento de evasión, al crecimiento y a la reproducción en la especie bioindicadora *Eisenia foetida*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos experimentos, el primero para realizar determinaciones en crecimiento y reproducción de lombrices, y el segundo para evaluar su comportamiento de evasión de suelo tratado. Ambos fueron conducidos en el Laboratorio de Ecotoxicología del PDU "Abordaje holístico a una temática tan innovadora como preocupante: impacto de los agroquímicos sobre los productos agroalimentarios y el ambiente" bajo condiciones controladas. En el primer experimento se ensayaron 5 herbicidas a dosis recomendada y en diez veces la misma, y sus mezclas con metolaclor en dosis por diez, a los que se suman un testigo sin aplicar y un control positivo (ácido bórico) que se conoce tiene efecto sobre las lombrices en ambos ensayos (ver tabla I). El diseño experimental a utilizado fue de bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial de herbicidas por concentraciones y 5 repeticiones. Para el análisis de los potenciales efectos de aditividad, sinergismo y/o antagonismo de las mezclas estudiadas se utilizó la fórmula propuesta por Colby (4).
Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo las normas de la OECD (5) en la selección y preparación de las lombrices, en la formación del sustrato artificial, en la regulación de la humedad, y en las condiciones de luz y temperatura. En el ensayo de crecimiento y reproducción la metodología de alimentación de las lombrices (alimento escogido: alfalfa), y, así como la duración del test y las determinaciones a realizar se describen en las normas OECD (5), a las que se agregan el conteo de cocones eclosionados y sin eclosionar al final del ensayo. En cuanto a las concentraciones a ensayar, se siguió el criterio propuesto por Piola (6), en el que se calcula la Concentración Ambiental Prevista, considerando la aplicación de los plaguicidas a campo (kg/ha), con una distribución homogénea en los primeros 5 cm de suelo, sin intercepción por el cultivo, y una densidad el suelo de 1200 kg/m3. Los tratamientos testeados se presentan en la Tabla I.
Para la instalación del ensayo de evasión se siguió la metodología propuesta por Piola (6), utilizando 500 gramos de suelo a cada lado del tabique. Se realizó el conteo de las lombrices en cada compartimento a las 48 horas de instalado. Los tratamientos ensayados fueron el T3, T4, T10, T11, T15 y T16. Los resultados fueron procesados en base a lo propuesto por Loureiro et al (7) y analizados mediante un ANAVA.

Tabla I. Detalle de los tratamientos ensayados.

Tratamiento	***Principio activo***	***Herbicida comercial***	***Dosis comercial***
1	Flumioxazin	Flumyzin 500	0.15 kg/ha
2	Sulfentrazone	Boral 500 SC	0.5 lt/ha
3	Metribuzin	Sencor	1.1 lt/ha
4	Fomesafen	Fomax	1 lt/ha
5	Metolaclor	Dual Gold 460	1.4 lt/ha
6	Flumioxazin	Flumyzin 500	0.15 kg/ha *10

7	Sulfentrazone	Boral 500 SC	0.5 lt/ha *10
8	Metribuzin	Sencor	1.1 lt/ha *10
9	Fomesafen	Fomax	1 lt/ha *10
10	Metolaclor	Dual Gold 460	1.4 lt/ha *10
11	Flum.+ Meto.	Flumyzin 500 + Dual Gold 460	0.15 kg/ha *10 + 1.4 lt/ha *10
12	Sulf. + Meto.	Boral 500 SC + Dual Gold 460	0.5 lt/ha *10 + 1.4 lt/ha *10
13	Metri + Meto.	Sencor + Dual Gold 460	1.1 lt/ha *10 + 1.4 lt/ha *10
14	Fome + Meto	Fomax + Dual Gold 460	1 lt/ha *10 + 1.4 lt/ha *10
15	Testigo	Sin tratar	1.4 lt/ha
16	Control positivo	Ácido bórico	2 g/kg suelo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANAVA detectó efectos muy significativos ($p<0.01$) en todas las variables de crecimiento y reproducción evaluadas. En cuanto a la tasa de crecimiento relativa, los tratamientos con flumioxazin en alta dosis (T11 y T6) y los de metribuzin solo en ambas dosis (T3 y T8) fueron los que presentaron TCR negativa o muy baja, únicamente diferenciándose del testigo los primeros tres mencionados. Sin embargo, las tendencias observadas en las variables de crecimiento no parecen coincidir con los resultados obtenidos a nivel de variables reproductivas, donde los tratamientos con menores ganancias de peso (T6 y T11) son los que presentaron los más altos números de juveniles. Los tratamientos asociados al fomesafen, fundamentalmente T4 pero similarmente T14 y T9 mostraron los mayores efectos en el número de cocones, redundando en menores poblaciones de lombrices juveniles aun cuando no afectaron prácticamente el crecimiento.

Tabla II. Tasa de crecimiento relativa (TCR), número de juveniles, cocones eclosionados y cocones totales, según tratamiento (T)

T	*TCR*	*T*	*Nº Juveniles*	*T*	*Nº Cocones Eclosionados*	*T*	*Nº Cocones Totales*
11	-7,49 A	4	85 A	4	43,2 A	4	49,2 A
6	-5,09 A	14	123 A B	14	46,4 A B	14	49,4 A
3	-2,03 A B	3	127 A B	9	56,4 A B C	9	60,8 A B
8	1,46 A B C	9	128 A B	3	57,6 A B C	13	62 A B
1	2,4 A B C	12	138 A B C	13	58,2 A B C	8	62 A B
7	5,64 A B C	15	140 A B C	8	58,8 A B C	3	63 A B
12	6,73 A B C	8	141 A B C	12	61,2 A B C	5	63,4 A B
2	7,32 A B C	13	144 A B C	5	61,52 A B C	12	66 A B
4	8,88 A B C	10	144 A B C	2	64 A B C	2	68,8 A B
14	10,04 A B C	5	147 A B C	1	65,2 A B C	15	69,8 A B
9	10,43 A B C	7	165 B C	7	67,34 A B C	1	70 A B
5	10,67 A B C	2	167 B C	15	68 A B C	7	70,9 A B
13	11,48 A B C	1	174 B C	10	68,4 A B C	10	71,2 A B
10	18,75 B C	11	190 B C	6	71,4 B C	6	75,2 B
15	19,72 C	6	210 C	11	77,6 C	11	80,2 B

*Tratamientos con igual letra no difieren estadísticamente (α=0,05)

La prueba Chi cuadrado (ver Tabla III) encontró independencia entre los valores de ganancia de peso observada y esperado en todos los casos excepto para cuando flumioxazin se mezcló con metolaclor, por lo que sólo en esta última mezcla no se presenta ninguna interacción y los efectos son sólo de tipo aditivo.

Tabla III. Valores observados y esperados en mezclas en ganancia de peso, calculados según Colby (1967) y expresados como reducción en la ganancia de peso (%)

Tratamiento	*Reducción observada*	*Reducción esperada*	*χ 2 (Valor p)*	*Tipo de interacción*
Metolaclor + Flumioxazin	39,34	38,09	0,39443	Aditividad
Metolaclor + Sulfentrazone	20,30	27,54	1,00735E-06	Antagonismo
Metolaclor + Metribuzin	15,77	30,68	2,66897E-24	Antagonismo
Metolaclor + Fomesafen	17,53	23,12	0,000273	Antagonismo

En el ensayo de evasión las lombrices detectaron el suelo tratado con ácido bórico, metolaclor (dosis alta) y flumioxazin + metolaclor. Su comportamiento se diferenció de los tratamientos testigo sin tratar, fomesafen y metolaclor a dosis recomendada, donde no lograron detectar el suelo tratado.

CONCLUSIONES

Los tratamientos de herbicidas ensayados afectaron significativamente el crecimiento de *E. foetida*, resultando la mezcla de metolaclor + flumioxazin (T11), flumioxazin en dosis 10 (T6) y el de metribuzin a dosis recomendada (T3) distintos del testigo, con tasas de crecimiento relativas negativas.

La aplicación de la fórmula de Colby (1967) sobre la ganancia de peso permite concluir que de las cuatro mezclas ensayadas sólo una no mostró interacción resultando las restantes tres con efectos del tipo antagónico.

A nivel de reproducción, los tratamientos mostraron efectos diferenciales, pero ninguno se diferenció del testigo sin tratar para las variables analizadas.

En el test de evasión se observa que las lombrices detectaron y evadieron el suelo tratado con metolaclor + flumioxazin (T11) y metolaclor a dosis 10 (T10), y no lo hicieron en los tratamientos que incluyeron metribuzin (T3) y fomesafen (T4) a dosis recomendada.

Este ensayo pone de manifiesto la importancia de estudiar el mayor número de biomarcadores posibles a los efectos de mejorar el conocimiento de los potenciales efectos de herbicidas en la lombriz y sus funciones.

REFERENCIAS

1) DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias), Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Anuario Estadístico Agropecuario 2014. En línea. http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2014,O,es,0

2) Pesticide Action Network Europe. Environmental effects of pesticides. An impression of recent scientific literature.2010. http://www.pan-europe.info/old/Campaigns/pesticides/documents/risk_assesment/Pesticides%20and%20environment,%20an%20overview.doc

3) Norton, Dale. Earthworm Bioassay protocol for soil toxicity screening. Washington State Department of Egology, 1996, publication Nº 96-327.

4) Colby, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds, 1967, vol. 15, no.1, 20-22.

5) OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). Guideline for the testing of chemicals 222. Earthworm reproduction test (Eisenia fetida/Eisenia andrei), OECD, Paris, France. 2004

6) Piola, Lucas. Ensayos ecotoxicológicos para la evaluación del impacto de plaguicidas en suelos agrícolas de Argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. 2011.

7) Loureiro, Susana et al. Terrestrial avoidance behavior test as screening tool to assess soil contamination. Environmental Pollution, 2005, vol. 138, 121-131.

SISTEMA APLICADOR DE HERBICIDAS EN COSECHADORAS INTEGRALES PARA EL CONTROL PREEMERGENTE DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR

HERBICIDES APLICATOR SYSTEM ON INTEGRAL HARVESTERS FOR THE PREEMERGENT CONTROL OF ARVENSES IN SUGARCANE

Amor JC[1*], Fernández C[2], Francisco V[2], Espinosa D[2] y Pérez G[3].

[1]Adama Agricultural Solution *e-mail jcamor@gbm.co.cu
[2]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.
[2]Unidad Empresarial de Base "Uruguay"

RESUMEN

Con el objetivo de obtener una herramienta que mejore la efectividad en el control químico de arvenses, se diseñó y construyó un sistema aplicador de herbicidas que permite adaptarlo a las cosechadoras integrales de caña de azúcar para realizar en forma simultánea la aplicación del herbicida preemergente durante la operación de cosecha, lo que ha permitido realizar dos labores en un solo paso. Además, se hace uso de la cobertura de residuos de cosecha para cubrir el herbicida, lo cual ha mejorado la efectividad en el control de arvenses en áreas de retoño. La nueva metodología se comenzó a desarrollar desde el año 2015 en las cosechadoras KTP-2 de la UEB "Uruguay" en Sancti Spíritus, incorporando las cosechadoras Case 8000 en la zafra 2016-2017, lo cual ha permitido beneficiar más de 5660 ha con muy buenos resultados en el control de arvenses, unido a una mayor selectividad a la caña de azúcar, así como significativos ahorros de tiempo, insumos (herbicidas, combustible, lubricantes), y mano de obra.

Palabras claves: momento de aplicación, control químico, caña de azúcar, reducción de labores.

ABSTRACT

With the objective of finding a tool that improves the effectiveness in the chemical control of weeds, was designed and built a herbicides applicator system that allows the application of the pre-emergent herbicide simultaneously with the sugarcane harvesting, to be installed in the sugarcane harvester combiner, allowing to carry out two works in a single step. Also, used the trash droped by the machine to cover the herbicide applied, which has improved the effectiveness in weeds control. The new technology began was developed since 2015 in the Cuban harvester machines model KTP-2 at the UEB "Uruguay" in Sancti Spíritus province, also installing the new technology on the harvester model Case 8000 during 2016-2017 crop, with the application in more than 5660 ha with remarkable results in weed control, better selectivity to the sugarcane and significant time saving, raw materials as herbicide, fuel, lubricant and also reduction of the amount of worker needed.

Key words: application moment, chemical control, sugarcane, reducing worker, weeds.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo tropical de altos insumos y los herbicidas constituyen el principal método de control de arvenses por lo que es de suma importancia disponer de alternativas para la aplicación de éstos de forma adecuada y en el momento oportuno, ya que el mismo cultivo limita los tiempos de acción.

La disponibilidad en el mercado, de herbicidas de amplio espectro y larga residualidad, cuyas características permiten usarlo en condiciones de baja humedad edáfica, ha permitido invertir los tratamientos correctivos, foliares o post-emergentes a preventivos, residuales o preemergente, logrando menos competencia de las

arvenses con la caña de azúcar y como consecuencia mayor rendimiento de ésta. Sin embargo, la aplicación de los tratamientos preemergentes en post-cosecha de la caña de azúcar con asperjadoras integrales con boom se realiza sobre los residuos de la cosecha mecanizada de la caña en verde, lo que limita en gran medida el contacto directo de los herbicidas con el suelo en el momento de la aplicación, por lo que disminuye la efectividad de éstos en el control de arvenses.

Si tenemos en cuenta que la mejor oportunidad de aplicar el herbicida preemergente durante la cosecha es con la misma cosechadora (1), no existía esa tecnología, faltaba adaptarle un sistema de aplicación para desarrollar un nuevo método de aplicación cuyo concepto se basa en un momento oportuno y diferente al habitual, por lo que el objetivo del trabajo ha sido diseñar y construir un sistema aplicador de herbicidas que permita mejorar la efectividad en el control de arvenses en áreas de retoño de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el trabajo inicial se utilizó una cosechadora integral KTP-2 y después se extendió a las cosechadoras Case 8000, a las cuales se les adaptó un sistema de aplicación de herbicidas, que consta de: bomba eléctrica de membrana con sus conexiones hidráulicas y filtro de alimentación. Esta trabaja con la corriente de la cosechadora, con funcionamiento a 24 y 12 volt cc. en cosechadoras KTP-2 y Case 8000, respectivamente; tanque o depósito con capacidad de 120 litros con agitación hidráulica (línea de presión); distribuidor a dos vías con manómetro y regulador de presión para mantener volumen constante en la aplicación; barra con soporte para porta boquilla (mini-boom), a la cual se ajusta una boquilla deflectora DEF01 con un gasto de 0.230 L min a 1.0 kg cm^2, así como conexiones eléctricas con interruptor, fusible y señal luminosa y, conexiones hidráulicas con sus mangueras.

El interruptor colocado en la cabina de la cosechadora es utilizado por el operador de ésta para controlar el arranque y parada del motor de la bomba eléctrica durante el cumplimiento del proceso tecnológico.

Operación

En el momento que se inicia el corte de la caña, el operador: energiza el sistema de aplicación a través del interruptor colocado en la cabina de la cosechadora, de esta forma; realiza la aspersión del herbicida preemergente desde 1,50 m antes de la entrada al campo; desconecta la energía en las paradas y retrocesos necesarios durante el proceso de cosecha (para evitar aplicar dos veces sobre una misma área) y, a una distancia de 1,50 m después de la salida del campo.

La figura 1 muestra el trabajo de la cosechadora de caña de azúcar en la operación de cosecha y aplicación de herbicida preemergente, en un marco de plantación de 1,60 m, ahorrando tiempo, insumos (combustible y lubricantes) y mano de obra.

Figura 1. Cosecha de la caña de azúcar y aplicación del herbicida preemergente.

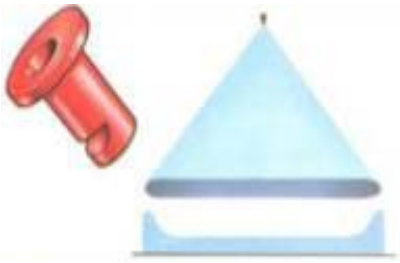


Figura 2. Boquilla deflectora y patrón de aspersión.

La figura 2 muestra el patrón de aspersión de la boquilla deflectora; nótese la mayor descarga que se produce en los extremos del abanico de aspersión.

RESULTADOS

Los componentes principales del sistema de aplicación de herbicidas (Figura 3) fueron colocados en la cosechadora sin afectar su estructura y funcionamiento, colocando el mini-boom con la boquilla flood jet DEF01 debajo del chasi de la cosechadora Case 8000; en la parte posterior y central del tanque de aceite hidráulico, donde la turbulencia producida por los ventiladores que separan la paja de la caña es menor, para evitar derivas del asperjado, en el ancho de un surco de caña (1,60m) para aprovechar el momento en que la superficie del suelo queda sin paja producto de la cosecha, realizando la aspersión de herbicidas preemergentes directamente al suelo. De este modo, se logra una aplicación uniforme en toda el área, produciéndose un ligero incremento de la dosis en el centro del camellón o entre surcos (zona más alejada de las raíces de la caña), donde el auto sombreo producido por las hojas del cultivo es menor y, por ende, mayor posibilidad de presencia de arvenses.

Figura 3. Adaptación del sistema aplicador de herbicidas en cosechadora Case 8000

La nueva metodología se comenzó a desarrollar desde enero-abril de 2015 en las cosechadoras KTP-2 de la UEB “Uruguay” en Sancti Spíritus, donde cosecharon y aplicaron más de 480.0 ha. En la zafra 2015-2016 contamos con 10 cosechadoras que cosecharon y aplicaron 1181.2 ha. En la actual zafra 2016-2017 la validación comercial alcanzó mayor dimensión, la cual contó con cinco pelotones de cosecha integrados por 12 cosechadoras KTP-2 y tres Case 8000 que han cosechado y aplicado 3384 ha (2178 ha y 1206 ha con las cosechadoras KTP-2 y Case 8000), respectivamente, con muy buenos resultados en el control de arvenses, unido a una mayor selectividad a la caña de azúcar, así como significativos ahorros de tiempo, insumos (herbicidas, combustible, lubricantes) y mano de obra.

Control de arvenses.

En las áreas aplicadas con Mayoral (*Imazapir* 8.75 + *Imazapic* 26.25 % p/v) LS 35 a 0.5 L ha^{-1} de producto comercial, utilizando el sistema aplicador, el control de arvenses ha sido superior al obtenido donde las aplicaciones se realizaron con asperjadora integral de 800 L con boom (Fig. 4), ahorrando tiempo, insumos (herbicida, combustible, lubricantes) y mano de obra, optimizando la logística del parque de maquinaria, disminuyendo el tráfico de equipos en el campo y el riesgo de compactación al no usar un tractor con asperjadora integral de 800 litros, a la vez que permite maximizar la eficiencia de la relación beneficio-costo de las labores. Además, se hace uso de la cobertura de residuos de cosecha para cubrir el herbicida y ayudar a que la humedad del suelo permita una acción inmediata de éste sobre las semillas de las arvenses,

impidiendo su germinación y con ello mantener la caña de retoño “limpia” durante el periodo crítico de competencia (100-120 días).

a) Testigo sin aplicación	b) Aplicación con asperjadora	c) Aplicación con cosechadora

Figura 4. Resultados en el control de arvenses a los 130 días después de la aplicación y 198.3 mm de precipitación. Ingenio “Uruguay”, provincia Sancti Spíritus, Cuba. a) Testigo absoluto o sin aplicación; b) aplicación con asperjadora integral de 800L con boom; c) aplicación con cosechadora integral en el momento de la cosecha.

CONCLUSIÓN

El sistema aplicador de herbicidas adaptado a las cosechadoras integrales de caña de azúcar permite realizar la aspersión simultánea del herbicida preemergente en el momento de la cosecha, en el lugar adecuado y en el momento oportuno, contribuyendo a un mejor control de arvenses, unido a un ahorro importante en insumos (herbicida, combustible, lubricantes, etc), tiempo y mano de obra.

REFERENCIAS

1. Honorato, J. y B. Accorroni 2015. Sistema Cosecho-Aplico MAYORAL: Pulverizadora con banderillero satelital en cosechadora integral de caña de azúcar para el control preemergente de arvenses. XII Congreso de la ALAM y I Congreso de la ASACIM [on-line]. [Visitado en Abril, 2016]. Disponible en URL:**HTTP://WWW.ASACIM.COM.AR/CONGRESO**

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

RESPUESTA A HERBICIDAS INHIBIDORES DE ACCASA (HALOXIFOP METIL y CLETODIM) E INHIBIDORES DE EPSPS (GLIFOSATO) EN SORGHUM HALEPENSE EN ARGENTINA (2014-2016)

RESPONSE TO HERBICIDES INHIBITORS OF ACCASE (HALOXIFOP METHYL and CLETHODIM) AND EPSPS INHIBITORS (GLYPHOSATE) IN SORGHUM HALEPENSE IN ARGENTINA (2014-2016)

Scursoni, J.; Muñoz, M.; Morello, J.

Cátedra de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. U.B.A.
scursoni@agro.uba.ar

RESUMEN

Entre 2014 y 2016, se realizaron relevamientos en poblaciones de sorgo de Alepo en zonas de producción de la Argentina. El objetivo fue cuantificar la presencia de poblaciones resistentes a diferentes herbicidas. Las zonas de estudio fueron el Noroeste del país (NOA) y la zona núcleo (Santa Fe, Córdoba, Noroeste de Buenos Aires). Los herbicidas evaluados fueron glifosato, haloxifop metil y cletodim. En el total de las poblaciones (90), la mayor cantidad de casos de resistencia correspondió a glifosato y fue más representativa en el NOA (80%), Córdoba y Santa Fe (78%) que en Buenos Aires (10%). Considerando sólo la resistencia a glifosato, la constancia fue mayor en el NOA (45%). La resistencia a glifosato+graminicidas fue mayor en NOA, Córdoba y Santa Fe que en Buenos Aires. La resistencia sólo a graminicidas presentó los menores valores de constancia; 4%, 2,5% y 0 en el NOA, Buenos Aires y Santa Fé /Córdoba, respectivamente.
Palabras clave: Glifosato, Graminicidas, Resistencia a herbicidas, Sorgo de Alepo.

ABSTRACT

During 2014/2015 and 2015/2016, surveys of *Sorghum halepense* populations were carried out in production areas of Argentina. The objective was to quantify the presence of populations resistant to different herbicides. The study areas were the Northwest of the country (NOA) and the core zone (Santa Fe, Córdoba, Northwest of Buenos Aires). The herbicides evaluated were glyphosate, haloxyfop methyl and clethodim. On the total populations (90), the greatest number of resistance cases corresponded to glyphosate and was more representative in NOA (80%), Cordoba and Santa Fe (78%) than in Buenos Aires (10%). Considering resistance only to glyphosate, the constancy was higher in the NOA (45%). Resistance to glyphosate + graminicides was also higher in NOA, Córdoba and Santa Fe than in Buenos Aires. Resistance to graminicides alone presented the lowest constancy values; 4%, 2.5% and 0 in NOA, Buenos Aires and Santa Fe / Córdoba respectively.
Key words: Glyphosate, Graminicides,Herbicide Resistance, johnsongrass.

INTRODUCCIÓN

La resistencia a herbicidas en Argentina incrementó de 1 a 18 casos en 12 especies desde 1996 a la actualidad (1). El primer caso de resistencia correspondió a la especie *Amaranthus hybridus* a los herbicidas inhibidores de ALS clorimurón etil e imazetapir (2). A partir de 1996, comenzaron a sembrarse en la Argentina los cultivares de soja resistentes a glifosato. Esta tecnología fue masivamente adoptada alcanzando en 8 años prácticamente el 100% del área sembrada (3). Asimismo, se expandió el sistema de siembra directa. En tal escenario, incrementó considerablemente el uso del herbicida glifosato, alcanzando en promedio un total de 10/12 litros ha-año. Las consecuencias negativas del masivo uso del glifosato

comenzaron a observarse con la aparición de biotipos resistentes. El primer caso correspondió a sorgo de Alepo (*Sorghum halepense)* registrado en el norte del país en la zona sojera de la localidad de Gral. Mosconi (Provincia de Salta) (4). Posteriormente, en 2015 se reportó resistencia a haloxifop metil en la

región de Santa Fe (5) y en el mismo año resistencia a dos mecanismos de acción (Glifosato y haloxifop metil) en la Provincia de Córdoba (6).

Durante las campañas 2014-2015 y 2015-2016, se realizaron relevamientos con el objetivo general de caracterizar la respuesta a herbicidas (graminicidas y glifosato) en poblaciones de sorgo de Alepo de diferentes regiones de la Argentina (NOA, Córdoba-Sta Fe, Noroeste de Buenos Aires).

Los objetivos específicos fueron: (i) cuantificar la presencia de casos de resistencia a glifosato (ii) cuantificar la presencia de casos de resistencia a cletodim y haloxifop-metil; (iii) cuantificar la presencia de casos de resistencia a glifosato e inhibidores de ACCasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las campañas agrícolas 2014/15 y 2015/16, se realizaron relevamientos de poblaciones de sorgo de Alepo en diferentes áreas del país. En la zona NOA, se recolectaron a lo largo de la Ruta Nacional 34 entre las localidades de Gral. San Martín y Tartagal, y en la zona pampeana (sur de Santa Fe, Córdoba, noroeste de Buenos Aires). En cada una de las regiones se recorrieron lotes en los que se observaban plantas de sorgo de Alepo. De dichos individuos, se cosecharon semillas maduras a partir de las cuales se generaron plántulas para realizar los diferentes experimentos. En total, se trataron 72 poblaciones, de los cuales 30 corresponden al NOA y 42 a la región pampeana (Córdoba /Santa Fe 22, Buenos Aires 20).

Con cada población se realizó un experimento consistente de 6 tratamientos (Tabla I) con 4 repeticiones de 20 individuos por tratamiento. La aplicación de los diferentes tratamientos se realizó en plantas con un estado de crecimiento de 4 a 6 hojas expandidas (Foto 1) con mochila de presión constante accionada a CO_2. Las macetas se mantuvieron permanentemente sin restricciones hídricas y a los 60 días se realizaron evaluaciones de supervivencia. Se consideraron casos de resistencia aquellos tratamientos con supervivencia mayor a 30%.

Tabla I. Tratamientos aplicados en todos los experimentos

Tratamientos	Dosis
Control (0)	
Cletodim (24%)	0,4 l/ha
Cletodim (24%)	0,2 l/ha
Haloxifop R methyl (54%)	0,08 l/ha
Haloxifop R methyl (54%)	0,04 l/ha
Glifosato (62%)	1,750 l/ha

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el conjunto de las poblaciones estudiadas, considerando las dosis recomendadas, la mayor cantidad de casos de resistencia correspondió a glifosato. Interesantemente, la representatividad de estos casos fue similar en el NOA que en la región Córdoba / Santa Fe y mayor que en Buenos Aires (Figura 1). Sin embargo, cuando se consideró los casos de respuesta sólo a glifosato, los resultados fueron mayores en el NOA que en Córdoba y Santa Fe. Contrariamente, las poblaciones susceptibles al total de los tratamientos, estuvieron más representadas en Buenos Aires (Figura 2).

Foto 1. Estado de crecimiento de las plantas de sorgo de Alepo al momento de aplicación

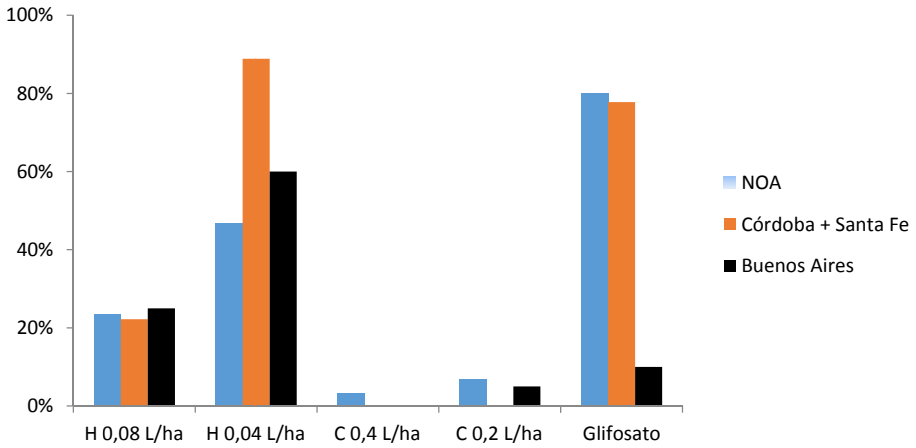


Figura 1. Constancia (%) de poblaciones con resistencia a los diferentes tratamientos evaluados en las distintas áreas estudiadas.

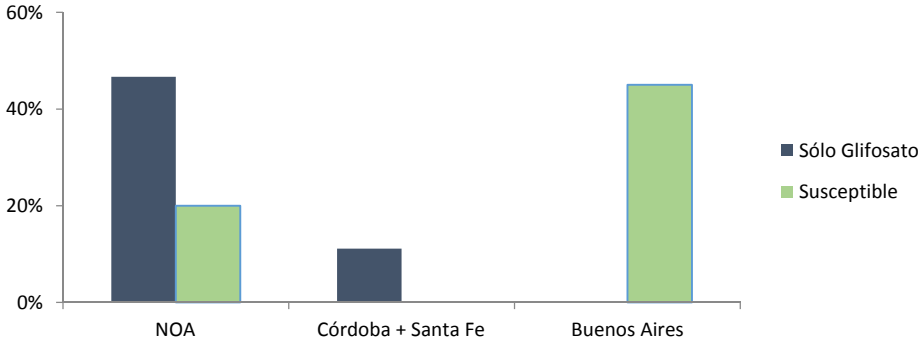


Figura 2. Constancia (%) de poblaciones con resistencia sólo a glifosato y susceptibles a todos los tratamientos.

Cuando se estudió la constancia de casos de resistencia a dos mecanismos de acción (glifosato+graminicidas) o sólo a graminicidas, la representatividad de Cletodim fue significativamente menor (Figura 3).

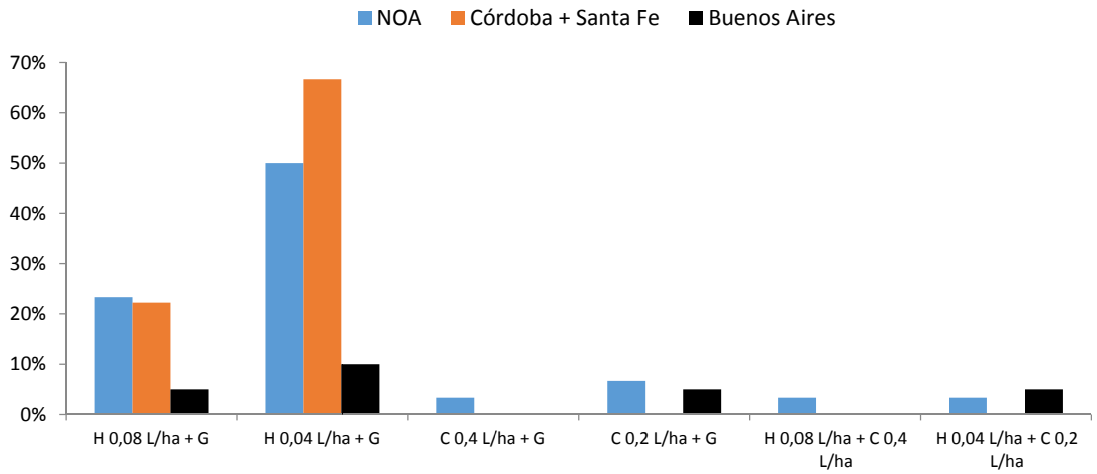


Figura 3. Constancia (%) de casos de resistencia a glifosato+graminicidas y sólo a graminicidas.

CONCLUSIONES

- La resistencia a glifosato presenta la mayor constancia en el conjunto de las poblaciones estudiadas y es más relevante en el NOA y Santa Fe/Córdoba que en el noroeste de Buenos Aires.
- La resistencia sólo a Glifosato es más importante en el NOA
- La resistencia a graminicidas + glifosato es más importante que la resistencia sólo a graminicidas, particularmente en el NOA y Santa Fé/Córdoba.

Agradecimientos:
A Syngenta SA, por el apoyo brindado para la realización del proyecto
A la Universidad de Buenos Aires y Ministerio de Ciencia y Tecnología por el subsidio brindado para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

(1) http://weedscience.com. Herbicide Resistance weeds in Argentina
(2) Tuesca D. y L. Nisensohn . 2001. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasilia, 36, 601-606,
(3) http://www.argenbio.org. Cultivos aprobados y adopción. Acceso 13 de febreo 2017
(4) Delucchi, J., L. Nisensohn y D. Tuesca (2005). En http://weedscience.com/ International Survey of Herbicide Resistance.
(5) Lanfranconi L., D. Tuesca y J.C. Papa. (2015). En Heap. http://weedscience.com/ International Survey of Herbicide Resistance.
(6) Ustarroz Diego. (2015) En Heap. http://weedscience.com/ International Survey of Herbicide Resistance.

TOPRAMEZONE: NUEVO HERBICIDA PARA EL MANEJO POST-EMERGENTE DE *CYNODON DACTYLON Y SICYOS POLYACANTHUS* EN CAÑA DE AZÚCAR

TOPRAMEZONE: NEW HERBICIDE FOR POSTEMERGENCE MANAGEMENT OF *CYNODON DACTYLON* AND *SICYOS POLYACANTHUS* IN SUGARCANE

Sánchez, A.[1]; Vargas, P[2]; Romero, E. R[1]; Sabaté, S.[2] ; Olea, I[2].
[1]Sección Agronomía de Caña de Azúcar,
[2] Sección Manejo de Malezas - Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. William Cross 3150 - T4101XAC - Las Talitas - Tucumán – R. Argentina.
*asanchezducca@eeaoc.org.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el herbicida topramezone, solo y en mezcla con triazinas, para el manejo en postemergencia de *Cynodon dactylon* y *Sicyos polyacanthus,* principales malezas del cultivo de caña de azúcar en Tucumán, así como su efecto en el cultivo. Los tratamientos más eficientes fueron topramezone + atrazina y topramezone + ametrina. Ambos proporcionaron una elevada eficiencia de control similar con ambas especies y en el caso de *S. polyacanthus* igualaron a la del tratamiento comercial (atrazina + fluroxipir), por lo que se contaría con una nueva alternativa para la rotación de modos de acción. En el caso de *C. dactylon*, ambos tratamientos presentaron un control muy bueno hasta los 41 DDA. Topramezone no produjo pérdidas de rendimiento al cultivo. El eficiente control de las malezas estudiadas, así como la baja toxicidad, convierten al herbicida topramezone, en combinación con los principios activos evaluados, en una nueva alternativa química para el manejo de malezas en este cultivo.
Palabras clave: topramezone, caña de azúcar, *Cynodon dactylon* y *Sicyos polyacanthus*

ABSTRACT

Cynodon dactylon and *Sicyos polyacanthus* are the main weeds in sugarcane plantations in Tucumán. The aim of this work was to evaluate the herbicide topramezone, applied alone or in tank mix with triazines for postemergence management of *Cynodon dactylon* and *Sicyos polyacanthus* in sugarcane in Tucumán, as well as its effect on the crop. The most effective treatments were topramezone + atrazine and topramezone + ametryn. Both treatments provided similar control level for *S. polyacanthus* to that of the most widely used commercial herbicide mix at the present (atrazine + fluroxipyr). For *C. dactylon* these treatments showed a very good control until 41 DAT. Topramezone did not produce crop losses. The efficient control of the studied weeds, as well as the low toxicity observed in the crop, defines topramezone (mixed with the evaluated active principles), as an important component of new chemical alternatives for weed management in this crop.
Key words: topramezone, sugarcane, *Cynodon dactylon* and *Sicyos polyacanthus*

INTRODUCCIÓN

Tanto *Cynodon dactylon* como *Sicyos polyacanthus* (*n.c.* grama y tupulo respectivamente) son las principales malezas del cultivo de caña de azúcar en Tucumán (Sanchez Ducca *et al.,* 2014). El manejo de grama bermuda se realiza principalmente mediante su control químico durante el período de barbecho, pero dentro del cañaveral es muy difícil de controlar por la falta de herbicidas postemergentes selectivos (Richard, 1998). Por el contrario, para tupulo se tiene un manejo químico selectivo y eficiente en postemergencia, mediante el empleo de la mezcla de tanque de atrazina y fluroxipir -o dicamba en algunos casos- (Olea, 2000). Sin embargo, este tratamiento se viene utilizando en forma continua desde hace más de 15 años en la provincia y ese uso repetitivo podría facilitar la selección de biotipos resistentes a dicha mezcla.

La identificación de nuevos herbicidas con diferente modo de acción, eficientes para el control en post-emergencia de estas y otras malezas y con baja toxicidad en el cultivo de caña, resulta importante para su manejo sustentable.

Topramezone es un nuevo herbicida postemergente utilizado para el control de gramíneas y dicotiledóneas en maíz (Porter *et al*., 2005). Pertenece a la familia de los Pirazoles y su acción inhibe la enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenasa (4-HPPD), afectando la síntesis de carotenoides. La consecuente degradación de la clorofila provoca clorosis, albinismo y necrosis en las plantas susceptibles (Grossmann & Ehrhardt, 2007). La recomendación de uso de este herbicida siempre se encuentra asociada a la mezcla con atrazina, debido a que la eficacia de los inhibidores de HPPD se incrementa con bajas dosis de herbicidas inhibidores del fotosistema II (Abendroth *et al*., 2006).

Topramezone en mezcla con atrazina o ametrina fue evaluado por la EEAOC (Sánchez Ducca *et al.*, 2015 y 2016) con resultados satisfactorios para el manejo de estas dos malezas.

El objetivo del presente trabajo es aportar mayor información en el uso de topramezone solo y en mezcla con otros herbicidas, como alternativa para el manejo de *Cynodon dactylon* y *Sicyos polyacanthus* en postemergencia en el cultivo de la caña de azúcar, evaluando la conveniencia de su mezcla con herbicidas inhibidores del Fotosistema II, así como su efecto sobre el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En campos comerciales de caña de azúcar en la provincia de Tucumán (Argentina), durante los años 2015 y 2016 se realizaron experiencias que incluyeron los siguientes tratamientos: T1) testigo sin herbicida T2) Topramezone (33,6 g.i.a./ha) T3) Atrazina (0,9 kg.i.a./ha) T4) Ametrina (1,8 kg.i.a./ha) T5) Topramezone (33,6 g.i.a./ha) + Atrazina (0,9 kg.i.a./ha) T6) Topramezone (33,6 g.i.a./ha) + Ametrina (1,8 kg.i.a./ha). Estos se agrupaban de acuerdo al siguiente detalle:

Ensayo I: evaluación del efecto herbicida (EH) en *S. polyacanthus* y la toxicidad sobre la variedad TUC 95-10 en la edad de soca 1. Las parcelas contaban al momento de la aplicación con plantas de *S. polyacanthus* pertenecientes a diferentes cohortes, con tamaños entre 5 y 120 cm de longitud. Las aplicación de los tratamientos se realizó el 24 de noviembre de 2016, cuando el cañaveral se encontraba en la fenofase de macollaje y también se incluyó un tratamiento con la mezcla de Fluroxipir + Atrazina (144 + 900 g.i.a/ha) con carácter de testigo químico (T7).

Ensayo II: evaluación del EH sobre *C. dactylon* y de la toxicidad sobre la variedad LCP 85-384 en la edad de caña planta. Las parcelas contaban, al momento de la aplicación, con plantas de *C. dactylon* con estolones de 10 a 30 cm de longitud. La aplicación de los tratamientos se realizó el 24 de noviembre de 2016, cuando el cañaveral se encontraba en la fenofase de macollaje.

En los ensayos I y II los efectos sobre las malezas y toxicidad sobre el cultivo fueron evaluados comparativamente con un testigo sin tratamiento, para lo que se utilizó la escalas sugeridas por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974). El diseño experimental de los ensayos fue de bloques al azar con cuatro repeticiones con parcelas de 27 m^2. Se aplicó utilizando una mochila experimental accionada por CO_2 con una barra de seis boquillas de abanico plano XR11002, distanciadas a 50 cm. El volumen de aplicación fue entre 120 y 150 l/ha.

Ensayo III: la fitotoxicidad de topramezone (33,6 g.i.a./ha) se evaluó en otra experiencia comparando las sintomatologías visuales con un testigo sin herbicida. Todos los tratamientos fueron desmalezados de forma manual para evitar la competencia con malezas. La aplicación se realizó el 13 de noviembre de 2015 con un cañaveral de la variedad LCP 85-384 en macollaje y una altura de de 30 cm hasta la hoja +1. Se realizó una estimación de rendimientos mediante conteo y pesos de tallos y altura a los 240 días después de aplicación DDA.

En todas las experiencias se realizó el análisis de la varianza y la comparación de medias mediante el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo I (*S. polyacanthus*) : La aplicación de topramezone y de atrazina tuvieron un control regular de esta maleza, observándose hojas albinas (T2) y necrosis en los márgenes de las hojas (T3). Las plantas tratadas produjeron nuevas hojas y continuaron con su crecimiento luego de los 26 DDA (Tabla I).
Ametrina (T4) tuvo un muy buen efecto herbicida sin diferenciarse del testigo químico en las dos primeras evaluaciones, presentando las plantas una necrosis generalizada a los 26 DDA. Este herbicida logro controlar plantas de hasta 40 cm, pero su porcentaje de control disminuyó debido al rebrote de plantas de mayor tamaño.
Los tratamientos de topramezone más atrazina y más ametrina (T5 y T4) tuvieron un control excelente, sin diferenciarse estadísticamente del tratamiento considerado testigo químico (T7).
Los herbicidas aplicados de forma individual (T2, T3 y T4) no controlaron esta maleza, lo que confirma la necesidad de la combinación de topramezone con herbicidas inhibidores del fotosistema II para alcanzar niveles de control aceptables sobre *S. polyacanthus*.

Ensayo II (*C. dactylon*): Se observó un efecto quemante en los tratamientos que incluyeron topramezone en mezcla con atrazina o ametrina (T5 y T6), con una necrosis generalizada en toda la planta hasta los 41 DDA aproximadamente, observándose luego que algunas plantas de la maleza rebrotaron a partir de sus rizomas. No obstante, el comportamiento de estos tratamientos resulta interesante teniendo en cuenta que en la actualidad no se dispone de ningún manejo eficiente en postemergencia para esta especie.
Los herbicidas aplicados de forma individual no presentaron EH (T3) o este fue sensiblemente menor sobre *C. dactylon* (T2 y T4) comparado con las mezclas. Al igual que para *S. polyacanthus* se demuestra la necesidad de la combinación de topramezone con herbicidas inhibidores del fotosistema II para alcanzar los niveles de control deseados.

Tabla I. Efecto herbicida (%) sobre *S. polyacanthus y C. dactylon.* Análisis de comparación de medias, donde distintas letras indican diferencias significativas entre medias, obtenidas al utilizar el test de Duncan (p≤0,05).

Trat.	Ensayo I - *S. polyacanthus*			Ensayo II - *C. dactylon*			
	7 DDA	14 DDA	26 DDA	7 DDA	14 DDA	26 DDA	41 DDA
T2	43 c	60 c	47 d	69 ab	74 B	71 b	50 b
T3	70 b	58 c	65 c	0 c	0 C	0 c	0 c
T4	87 a	92 ab	88 b	61 b	74 B	72 b	58 b
T5	91 a	99 a	100 a	71 ab	85 A	81 ab	77 a
T6	92 a	99 a	100 a	81 a	89 A	91 a	85 a
T7	83 a	96 a	100 a				

En cuanto a la toxicidad sobre el cultivo en los ensayos I y II, solamente los tratamientos T4 y T6 presentaron una clorosis muy leve (grado 2 de la escala ALAM), resultando esta imperceptible a los 26 DDA. Estos síntomas podrían ser considerados como típicos por el efecto de la ametrina (Olea *et a*l., 2009 y Vargas *et a*l., 2016). El resto de los tratamientos no presentó ningún efecto sobre el cultivo.

Ensayo III Fitotoxicidad: Las parcelas del cultivo tratadas con Topramezone (33,6 g.i.a./ha) presentaron en las tres primeras evaluaciones una toxicidad expresada como hojas con un verde más claro, síntoma que dejó de ser evidente a los 41 DDA. A cosecha no se detectaron diferencias con el testigo sin tratar y desmalezado en forma manual, tanto en la altura de las plantas como en el rendimiento de tallos molibles (tabla II).

Tabla II. Toxicidad visual en el cultivo, altura y rendimiento de tallos molibles. Análisis de comparación de medias, mediante test de Duncan (p≤0,05).

Tratamientos	7 DDA	14 DDA	26 DDA	41 DDA	Atura (m)	Rendimiento (Kg/ha)
Topramezone	1	2	1	0	207,75 a	76271,31a
Testigo	0	0	0	0	206,15 a	75364,81a

CONCLUSIONES

- Los tratamientos de topramezone en mezcla con atrazina o ametrina alcanzaron los valores más elevados de eficiencia para el control de las malezas evaluadas, evidenciando el sinergismo entre herbicidas que inhiben HPPD con herbicidas que actúan sobre el Fotosistema II y la necesidad de su combinación.
- Estos tratamientos (T5 y T6) alcanzaron niveles de control similares al tratamiento usado comercialmente para *S. polyacanthus* (T7). Esto permitiría disponer de una alternativa química de control de esta maleza con otro modo de acción. Para el caso de *C. dactylon,* los citados tratamientos serían la única herramienta química para el manejo postemergente en forma selectiva en Argentina.
- Además de su baja toxicidad con el cultivo, debe considerarse que este herbicida controla un mayor espectro de malezas que las mezclas utilizadas comercialmente en la actualidad, incluyendo especies de hoja angosta.
- Estas ventajas convierten al topramezone en una alternativa promisoria para el control de malezas en postemergencia del cultivo de la caña de azúcar. Es necesario continuar con las experiencias que permitan evaluar dosis de topramezone, compatibilidad en posibles mezclas con otros herbicidas y su fitotoxicidad para proceder a su registro que permita la utilización a nivel comercial.

REFERENCIAS

Sánchez Ducca, A; Vinciguerra, H. F; Courel, F.G; Romero, E. R. y Olea, I. Evaluación de Cadre para el manejo de Cynodon dactylon, Sorghum halepense y Sicyos polyacanthus en caña de azúcar en la provincia de Tucumán. En: Actas de Topciencia 2014, Buenos Aires, Argentina. p 3.

Richard, E. P., Jr. 1998. Control of perennated bermudagrass (*C. dactylon*) and Johnsongrass (*S. halepense*) in sugarcane (*Saccharum spp*. hybrids). Weed Technol. 12:128–133.

Olea, I. Nuevas fórmulas para control químico de tupulo (Sicyos sp.) en caña de azúcar. Resultados preliminares. Avance Agroind. 2000. 21 (3): 17-20.

Porter, R. M.; Vaculin, P. D.; Orr, J. E.; Immaraju, J. A. and O'Neal, W. B. Topramezone: a new active for postemergence weed control in corn. Memorias de la LX reunión de North Central Weed Science Society Proceedings. 2005. 60, resumen 93.

Grossmann, K., & Ehrhardt, T.. On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Pest Management Science 2007, 63(5), 429–439.

Abendroth, J. A.; Martin, A. R. and Roeth, F. W. Plant response to combinations of mesotrione and photosystem II inhibitors. Weed Technol. 2006. 20: 267-274.

Sánchez Ducca, A.; Vargas, P.; Romero, E. R.; Sabate, S. Evaluación de nuevos herbicidas para el control de Sicyos polyacanthus COGN. en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Malezas. 2015. pp. 188.

Sánchez Ducca, A.; Vargas, P.; Romero, E. R.; Sabate, S. y Olea I. Manejo post-emergente de malezas en caña de azúcar utilizando mezclas de topramezone con diferentes herbicidas. Memorias del XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. 2016. pp 468.

Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. 1974. 6-12.

Olea I. L; Sabaté S.; Vinciguerra H y Romero R. E. 2009b. Herramientas para el control químico. Manual Del Cañero En Romero, E.R; Digonzelli, P.A.; Scandaliaris, J. (Eds.). Manual del Cañero 1a Ed. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. 109-116.

Vargas P. D.; Sánchez Ducca A. ; Devani L. ; Olea I. ; Ramos A. M.; Vinciguerra H. F. Descripción de síntomas tóxicos y evaluación del impacto en el rendimiento cultural de la caña de azúcar por efecto de diferentes herbicidas aplicados en post-emergencia. Memorias XXa Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar. Tucumán, Argentina. 2016.

CONTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS DE EFICIENCIA DE HERBICIDAS EN EL PROGRAMA DE DEFENSA CONTRA ESPECIES COMPETIDORAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ.

CONTRIBUTION OF THE EFFICACY STUDIES OF HERBICIDES IN THE DEFENSE PROGRAM AGAINST COMPETITIVE SPECIES IN RICE CROP.

Rivero, L.[1], García, Y.[1], García, J.[2], Lugo, Laudelina.[3.] .

[1] Instituto de Investigaciones de Granos
[2] Estación Territorial de Investigaciones de Granos Sur del Jíbaro
[3] Grupo Empresarial Agrícola. División Tecnológica de Granos.
vpuldonpadron@gmail.com>

RESUMEN

Durante más de 20 años se ha evaluado la eficiencia de herbicidas mediante ensayos biológicos y ensayos de validación con nuevos formulados químicos en los que se ha evaluado rigurosamente su efecto contra malezas competidoras. En el período se realizaron 146 ensayos biológicos en el IIGranos y sus Estaciones a 97 formulados herbicidas y 88 ensayos de validación en áreas productivas. El estudio, de los plaguicidas ha permitido avances significativos en el manejo de especies nocivas y el registro comercial de 34 formulados, que apoyan al Programa de Defensa del cultivo del arroz. Se han comercializado 34 % de las moléculas registradas, algunas con alto nivel de generalización. Los costos de aplicación de los herbicidas, fueron entre 0.33 y 31.8 CUC.ha^{-1}. El análisis de los precios de los plaguicidas entre 2012 y 2015 arroja una disminución significativa de los costos por hectárea debido a la amplia diversidad de plaguicidas con probada eficiencia y se calculó que el país se ahorró por la disminución de precios de plaguicidas genéricos una cifra total aproximada 309358 CUC.
Palabras claves: *Plaguicidas, Programa de defensa, arroz.*

ABSTRACT

For more than 20 years have been evaluated the efficacy of herbicides through biological assays in field plots and validations with new chemical formulates in which were rigorously evaluated their effectiveness against competitive weeds. In this period were carried out 146 biological experiments at the Research Grains Institute ant it Branch Stations to 97 herbicides and were made 88 validation experiments in commercial areas allowed advantages in the management of noxious species and the commercial registration of 34 formulates who support the Defense Program for rice crop. Has been commercialized 33 % of the registered molecules some of them with a high level of generalization. Cost of the herbicide applications were between 0.33 – 31.8 CUC.ha^{-1}. The analysis of the price of pesticides among 2012 and 2015 show a significant reduction of cost per hectare due to the large diversity of herbicides with a probed efficacy and was calculated that the country could save more than 309 358 CUC.
Key words: *Pesticides, Program of defense, rice.*

INTRODUCCIÓN

Un antiguo proverbio chino sentencia que el hombre se alimenta de lo que las plagas dejan y cierto es que son significativos los perjuicios que causan los organismos nocivos a los cultivos. El concepto genérico de plagas tiene una raíz antropomórfica, pues es el hombre a su conveniencia quien lo ha definido. De acuerdo con eso, un organismo es plaga cuando afecta los interesas del hombre (cultivos, animales, productos cosechados u otros bienes materiales (Ramos, 2002).

Los plaguicidas químicos, empleados racionalmente pueden ser una opción viable para alcanzar soluciones de producción agrícola sostenibles (Caseley, 1996). Desde hace más de 20 años, en el Instituto de Investigaciones de Granos y su red de Estaciones Territoriales y en coordinación con el Registro Central de Plaguicidas del Centro Nacional de Sanidad Vegetal, se han realizado ensayos con plaguicidas químicos, cuyos resultados han tenido impactos en el Programa de Defensa del cultivo del arroz, dando al mismo un contenido científico-técnico y repercusión económico – financiera para el cultivo y el país.

RESULTADOS

Entre 1995 y 2015 se realizaron en el Instituto de Investigaciones de Granos y sus Estaciones de Investigaciones Territoriales 146 ensayos de estudios biológicos a 97 herbicidas post emergentes, pre emergentes, específicos contra gramíneas, cyperáceas, hojas anchas y herbicidas no selectivos. Se efectuaron 88 ensayos de validación, el 63 % en la EAIG Los Palacios, el 20 % en la EAIG Sur del Jíbaro, el 11 % en la EAIG Ruta Invasora y el 6 % restante en la EAIG Fernando Echenique. (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de plaguicidas estudiados en el IIGranos entre los años 1995 – 2015.

Plaguicidas	**Especificidad**	**Cantidad**
Herbicidas	Herbicidas contra gramíneas	**43**
	Herbicidas contra hojas anchas	**22**
	Herbicidas contra ciperáceas	**9**
	Herbicidas no selectivos	**4**
	Herbicidas pre emergentes	**19**
Total		**97**

Las nuevas herramientas químicas estudiadas en el período tienen una dosis de aplicación significativamente más baja que los plaguicidas tradicionales empleados en Cuba hasta los años 80 y reduce la carga contaminante en las arroceras. Los trabajos efectuados por el IIGranos y sus estaciones han garantizado el registro comercial de 87 productos nuevos o genéricos. De todas las moléculas registradas, se han comercializado 34 productos plaguicidas.

Generalización de los plaguicidas.

Entre los herbicidas, los que mayor nivel de introducción y generalización tienen son Metsulfurón metil, en un 119.0 % del área protegida; fenoxaprop, con 87 % y Pyrazosulfuron etil con un 57.5 % (Tabla 2). El nivel de generalización de los plaguicidas en el cultivo del arroz en nuestro país (1998 – 2015) demuestra que el resultado de la aplicación de la ciencia en el estudio de la efectividad biológica de los formulados químicos para el combate contra organismos nocivos, en el marco de un manejo integrado del cultivo ha permitido disponer de un adecuado arsenal de herramientas para la toma de decisiones. Los herbicidas se han aplicado con un índice de 3.23. Las malezas han sido el principal problema fitosanitario y ha sido necesaria la aplicación de plaguicidas para combatirlas.

Tabla 2. Nivel de generalización de los plaguicidas comercializados en el período 1998 – 2015.

Tipo de Plaguicida	**Nombre técnico**	**Nombre Comercial**	**Área**	**%**	**Año de Introducción**
	Fenoxaprop – p etil	Furore CE 4,5	668399	50.0	1996
		StaRice CE 6,9	249662	18.6	2001

		Rapsode EW 11	197956	14.7	2005
		Puntal CE 18	52232	4.0	2014
	Metsulfurón metil	Ally PH 60	1606451	119.0	1997
	Pyrazosulfuron etil	César PH 10	772626	57.5	1997
	Byspiribac sodio	Nominee SC 40	150215	11.1	1999
		Pastoral SC 40	258828	19.3	2008
	Profoxidim	Tetris CE 20	249540	18.6	1999
	Pretilachlor	Sofit CE 300	32658	2.4	2008
	Pretilachlor + Pyribenzoxim	Solito CE 320	38461	2.9	2008
	Iodosulfurón+Ethoxysulfuron	Estalion GD 13.75	64818	4.8	2006

Impacto económico financiero.

El impacto económico de los ensayos de plaguicidas se puede establecer a partir del análisis de los costos de protección y partiendo del precio unitario de los formulados y sus dosis de aplicación. Existen moléculas con un elevado precio pero las dosis de aplicación bajas hacen que el costo de las mismas sea adecuado para su empleo. El costo de aplicación de los principales plaguicidas usados en el Programa de Defensa del cultivo del arroz en los 20 años de estudios en el IIGranos ha estado bajo la influencia de factores como el precio del petróleo, a bajas dosis de aplicación de las nuevas formulaciones y la diversidad de moléculas debido a la existencia de formulados genéricos. En sentido general, salvo pocos ejemplos se ha mantenido una tendencia a la baja de los costos.

En relación a los herbicidas, los costos de aplicación en 2012 oscilaron entre 0.39 – 53.8 CUC.ha^{-1} y en el año 2015 fueron entre 0.33 y 31.8 CUC.ha^{-1}, que implica una disminución entre 0.06 – 22.0 CUC.ha^{-1}. La reducción de las erogaciones entre 2012 y 2015 de acuerdo con la disminución de los costos es de unos 288500 CUC.

Los estudios de plaguicidas se han realizado con moléculas con diferentes modos de acción y formulaciones nuevas que han renovado el Programa de Defensa del arroz. Han sido estudiados herbicidas de la familia de Aryloxifenoxi-propionatos
cuyo modo de acción es la inhibición de la enzima acetil coenzima carboxilasa (ACCasa) como fenoxaprop – p – etil, profoxidim, del grupo de las sulfonilureas que actúan inhibiendo la acción de la enzima acetolactato sintetasa ALS y afectando la formación de las membranas celulares entre los que se pueden citar los ingredientes activos metil-bensulfuron, etoxisulfuron y metil-metsulfuron, así como los pertenecientes a la familia química de los Pirimidinil tiobenzoatos de igual modo de acción que las sulfonilureas y entre los activos estudiados se mencionan bispiribac sodio y piribenzoxim. También se estudiaron herbicidas de las familias Difeniléteres (oxifluorfen), oxadiazoles (oxadiazon) que actúan inhibiendo la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO).

Servicios Científico – Técnicos asociados al Programa de Protección Vegetal en arroz.
Los estudios con plaguicidas químicos han permitido la adquisición de sólidos conocimientos para su uso en el cultivo. Para garantizar un adecuado desarrollo de este trabajo se han desarrollado un grupo de Proyectos de Investigación – Desarrollo que involucran a todo el personal científico y ha dado lugar a un amplio programa de actividades de capacitación a técnicos y profesionales arroceros desde la base hasta el nivel superior. Como resultado de años de estudio de los diferentes plaguicidas se ha desarrollado un sostenido trabajo de capacitación y producción científica en el país y el extranjero, varios cursos de postgrado y múltiples acciones de capacitación y extensionismo que han contribuido a la preparación de técnicos, especialistas y productores del sistema de producción arrocera.

Destaca la elaboración de varios materiales didácticos sobre malezas que han sido ampliamente distribuidos por todo el país, así como multimedias sobre las especialidades. También ha sido amplia la participación en eventos científicos de carácter nacional e internacional, así como en misiones técnicas en varios países de Latinoamérica y el Caribe, incluida la participación de un científico de la Institución, como líder de un Proyecto Regional en el CIAT durante seis años u otro como coordinador en un Proyecto Regional de FAO para el manejo del arroz rojo (maleza). Se han desarrollado varios Proyectos a escala nacional, territorial e internacional.

CONCLUSIONES

- Se han realizado 146 ensayos biológicos y 88 pruebas de validación.
- Se han estudiado 97 herbicidas, de ellos 47 nuevos ingredientes activos. Se han registrado 87 formulados (90 % de los evaluados) y comercializado el 34 %.
- El índice de aplicación de los herbicidas es 3.23.
- Los plaguicidas evaluados en el IIGranos entre 1998 – 2015 han tenido una amplia generalización Metsulfurón metil se ha aplicado en un 119.0 % del área sembrada en el período; fenoxaprop, en 87 % y Pyrazosulfuron etil con un 57.5 %.
- El efecto económico de las aplicaciones de herbicidas es **129.2 y 97.8 CUC.ha^{-1}**
- Los resultados de ensayos con una amplia gama de plaguicidas ha permitido una reducción de los gastos para la compra de agroquímicos en el Programa de Defensa de 2015 del orden de 288500 CUC en herbicidas por la disminución de los costos de aplicación de los plaguicidas con respecto a 2012.
- Los estudios de plaguicidas han permitido el diseño de un amplio programa de capacitación a directivos, profesionales y productores del arroz en temas asociados con la Protección Vegetal

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Amador, G. M. 1997. Programa de estadística para precisar resultados de experimentos de arroz con parcelas, muestras y réplicas dimensionadas que minimize sus costos. Tesis para alcanzar el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. I.I.A.
- Anónimo. 2014. Instructivos técnicos del cultivo del arroz. Ministerio de la Agricultura. Grupo Agroindustrial Pecuario arrocero. Cuba. 54 p.
- Caseley, J. C. 1996. Herbicidas. Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO. Producción y Protección Vegetal 120, Roma. 193 - 201 p.
- CIBA Geigy. 1981. Manual para ensayos de campo en Protección Vegetal. II Edición revisada. 205 p.
- Pantoja, A.; A. Ramírez y L.R. Sanint. 1997. Producción de arroz en América Latina. MIP en Arroz. Manejo Integrado de Plagas, Artrópodos, Enfermedades y Malezas. Fundación Polar-FEDEARROZ-FLAR-CIAT. p 3-5.

RESULTADOS DEL USO DE BREAK THRU LS 100 COMO COADYUVANTE EN LA EFICACIA DEL CONTROL DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA

RESULTS OF THE USE OF BREAK THRU LS 100 AS AN ADJUNCT IN THE EFFECTIVENESS OF WEED CONTROL IN SUGARCANE CUBA

Guillermo Antigua Pereiro[2], Rigoberto Martínez Ramírez[1], Lorenzo Rodríguez Estrada[1], Oddonell Hernández Hernández[1], Duvier Gil González[1], Inoel García Ruiz[1], Rafael Zuaznábar Zuaznábar[1] y Ciro Fernández Martínez[1]

[2] BASF DOMINICANA S.A. gantigua@bdc.mtc.co.cu
[1] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Carretera Central "Martínez Prieto" km 2½, Boyeros, Ciudad Habana, C.P. 19390.

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la eficacia del coadyuvante Break Thru LS 100, en dosis entre 0,05 y 0,08 L ha^{-1}, en tratamientos post emergentes con los herbicidas *Glufosinato de amonio* (Finale) LS 15 a 2 L ha^{-1} y *Paraquat* estándar LS 20 a 2 L ha^{-1}. Cada 15 días se evaluó el efecto post emergente y la fitotoxicidad a la caña de azúcar. Los datos se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza, previa transformación, y prueba de rangos múltiples de Duncan cuando existieron diferencias significativas al 0,05 de probabilidad de error. Los resultados mostraron que la mezcla de *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,08 L ha^{-1}) realizó mejor control sobre las malezas evaluadas a los 15 y 30 días después de la aplicación. Igualmente se observó un control de las malezas presentes entre ligeramente superior a similar a los estándares de *Paraquat* mezclado con surfactante Agrotin a 0,25 L ha^{-1} y solución final entre 250 y 200 L ha^{-1}, lo que sustituye una dosis de 4 a 5 veces superior de Agrotín con una solución final inferior en 50 L ha^{-1}.
Palabras clave: Coadyuvante, caña de azúcar, eficacia, herbicida.

SUMMARY

The work was developed with the objective to evaluate the efficacy of adjuvant Break Thru LS 100, at doses between 0,05 and 0,08 L ha^{-1}, postemergence treatments with herbicides *Glufosinate ammonium* (Finale LS 15) to 2 L ha^{-1} *Paraquat* standard LS 20 (2 L.ha^{-1}). Every 15 days the emerging post effect and phytotoxicity to sugar cane was evaluated. The data were processed statistically using analysis of variance, after processing, and multiple range test of Duncan when there were significant differences at 0,05 probability of error. The results showed that the mixture of *Glufosinate ammonium* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru LS 100 (0,08 L ha^{-1}) has performed better control over weeds evaluated at 15 and 30 days after application. Also control the weeds present between slightly higher than similar standards *Paraquat* mixed with surfactant Agrotin (0,25 L ha^{-1}) was observed and final solution between 250 and 200 L ha^{-1}, thus replacing a dose of 4 to 5 times higher than of Agrotín with a lower end solution in 50 L ha^{-1}.
Keywords: Adjuvant, sugarcane, efficiency, herbicide.

INTRODUCCIÓN

Varios son los métodos empleados para el control de las malezas, entre ellos uno de los más socorridos es el químico mediante el uso de los herbicidas, los que, para su buen desempeño, requieren no sólo del ingrediente activo, sino también de otras sustancias llamadas surfactantes, actualmente denominadas como coadyuvantes (1). El Agrotín es un surfactante no iónico, que tiene como ingrediente activo el nonilfenol poliglicol éter, óxido condensado del etileno. Este mejora el cubrimiento, penetración, translocación y permanencia de la solución asperjada y permite un contacto más estrecho entre esta y la superficie tratada;

además, tiene la propiedad de ser anti-espumante, por lo que a diferencia de otros, se debe agregar al principio de la mezcla en el tanque. Se recomienda aplicar al 0,15 % del producto comercial en solución (2).
Break Thru® es un surfactante novedoso que reúne cualidades de excelente dispersión y penetración estomática que influyen positivamente en la eficacia de tratamientos con plaguicidas. Asímismo aumenta la capacidad de mojado de hojas y frutos con superficies cerosas y/o pilosas. Break Thru® es utilizado para mejorar la eficiencia de las aplicaciones de insecticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores de crecimiento y fertilizantes foliares tanto en aplicaciones terrestres como aéreas. Break Thru® debe ser agregado al cilindro o tanque de preparación como último producto de la mezcla a aplicar (3).
El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia del Break Thru LS 100 como coadyuvante en comparación con el Agrotin y el Ácido fosfórico, en tratamientos post emergentes con los herbicidas *Paraquat* LS 20 y *Glufosinato de amonio* LS 15 en el control de varias especies de arvenses asociadas al cultivo de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió la ejecución de tres ensayos, en retoños de caña de azúcar, en condiciones de secano, en las provincias de Las Tunas, Ciego de Ávila y Villa Clara, en áreas de los centrales azucareros Majibacoa, Enrique Varona e Efraín Alfonso, por ese orden, en suelo Pardo con carbonatos, Oscuro plástico gleyzozo negro y Pardo mullido medianamente lavado, respectivamente (4). Los diseños utilizados fueron bloques al azar (Ciego de Ávila) con cuatro réplicas y parcelas de 48 m^2 y en franjas de 123 m^2 (Las Tunas y Villa Clara), en cada una de las cuales se establecieron cuatro estaciones de muestreo de 48 m^2 para la ejecución de las evaluaciones.
Los tratamientos estudiados se basaron en el uso de los herbicidas *Paraquat* LS 20 y *Glufosinato de amonio* (Finale) LS 15 y los surfactantes Agrotin, Ácido fosfórico y Break Thru en las dosis que se indican entre paréntesis en la tabla I. Los mismos se aplicaron en post emergencia con asperjadora de espalda, boquilla deflectora gris DT 3.0, y una solución final en Las Tunas de 200 L ha^{-1}, excepto para los tratamientos I (250 L ha^{-1}), IX y X (150 L ha^{-1}); y en Ciego de Ávila y Villa Clara de 250 L ha^{-1}.

Tabla I. Tratamientos estudiados en los diferentes ensayos.

Tunas	Ciego de Ávila	Villa Clara
I. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Agrotin (0,25 L ha^{-1}).	*I.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Ácido fosfórico 0,25 L ha^{-1} (Testigo).	*I.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Ácido fosfórico 0,3 L ha^{-1} (Testigo).
II. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,03 L ha^{-1}).	*II.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,05 L ha^{-1}).	*II.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,05 L ha^{-1}).
III. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,04 L ha^{-1}).	*III.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,08 L ha^{-1}).	*III.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,08 L ha^{-1}).
IV. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,05 L ha^{-1}).	*IV.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (1,5 L ha^{-1}) + Break Thru (0,08 L ha^{-1}).	*IV.* *Glufosinato de amonio* LS 15 (1,5 L ha^{-1}) + Break Thru (0,08 L ha^{-1}).
V. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,06 L ha^{-1}).		
VI. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Agrotin (0,25 L,ha-1).		
VII. *Paraquat* (1,5 L ha^{-1}) + Break Thru (0,05 L ha^{-1}).		
VIII. *Paraquat* (1,5 L ha^{-1}) + Break Thru (0,06 L ha^{-1}).		
IX. *Paraquat* (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0,05 L ha^{-1}).		
X. *Paraquat* (1,5 L ha^{-1}) + Break Thru (0,06 L ha^{-1}).		

Las especies de malezas presentes en las áreas de los ensayos fueron: *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf.; *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton; *Desmodium canum; Cynodon dactylon* (L.); *Euphorbia heterophylla* (L.); *Echinochloa colona* (L.) Link; *Ipomea trífida* (Kunth); *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.; *Panicum máximum* Jacq; *Sorghum halepense* (L.) Pers. e *Ipomoea trifida* (Kunth) G. Don.
Se evaluaron, mediante el método visual, la efectividad de los tratamientos y la tolerancia del cultivo a los mismos, esta última con el uso de la escala EWRS (5). Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días

después de la aplicación (dda). Los análisis estadísticos se realizaron con el auxilio del programa SPSS Versión 17.0 y la comparación entre las medias mediante la Prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0.05$). Para la realización del análisis estadístico los valores de porcentajes de control se transformaron previamente mediante la expresión: $y = \text{arcsen} \sqrt{x}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ensayo realizado en Las Tunas el efecto controlador de los tratamientos evaluados sobre las malezas presentes se mostró hasta los 7 dda, principalmente en las monocotiledóneas, en correspondencia con las características del modo de acción del producto. Las variantes de *Paraquat* LS 20 con Break Thru, en dosis de 0,05 y 0,06 L ha^{-1}, ejercieron un control de las malezas de ligeramente superior a similar a los estándares de este herbicida con Agrotín a 0,25 L ha^{-1}, lo que disminuye la dosis del coadyuvante entre 4 y 5 veces, la solución final entre 50 y 100 L ha^{-1}, e incrementa la productividad del equipo de aplicación (Figura 1).

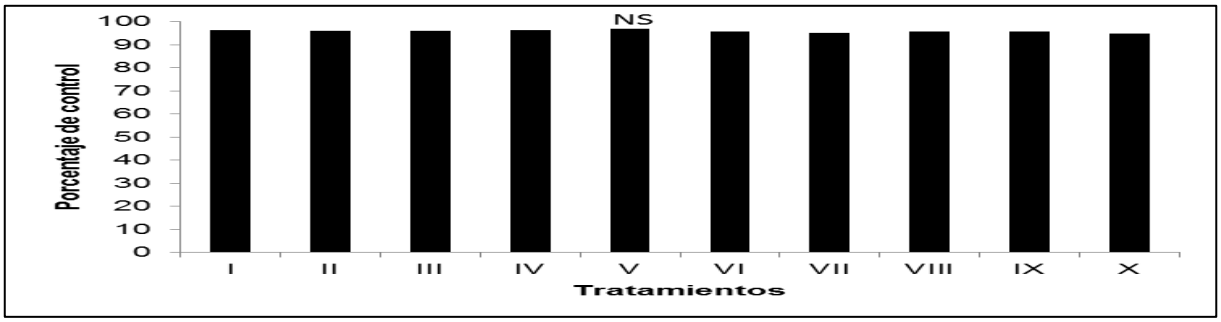


Figura 1. Resultados obtenidos en la provincia Las Tunas.
NS=No significativo p≤0,05

En Ciego de Ávila, todos los tratamientos tuvieron un control efectivo (100%) sobre la *Ipomoea trifida* (Kunth) G. Don y la *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton durante el desarrollo del experimento (Figura 2).

En el control de *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf. a los 15 dda el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento III (*Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0.08 L ha^{-1})), seguido por el I, aunque

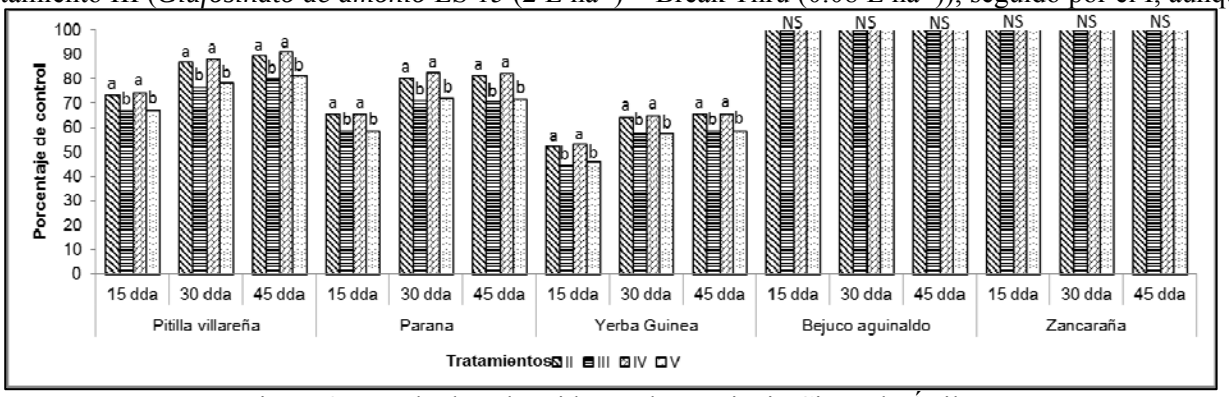


Figura 2. Resultados obtenidos en la provincia Ciego de Ávila.
NS=No significativo p≤0,05

sin diferencias significativas entre sí; los que superaron al IV y II, con controles estadísticamente similares. Igual comportamiento de los tratamientos se observó a los 30 y 45 dda. Una tendencia similar, pero con valores inferiores, se manifestó en el control de *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf., debido al gran desarrollo presentado por esta arvense al momento de la aplicación como consecuencia a la alta y permanente humedad, condiciones idóneas para el desarrollo de esta especie. De forma análoga también se manifestó el

comportamiento de los tratamientos ensayados sobre el *Panicum máximum* Jacq., aunque con valores inferiores a los de las especies anteriores, que no rebasaron el 70% en ninguna de las variantes.

Al igual que en el estudio anterior, en la provincia Villa Clara se produjo un 100% de control de la *Ipomoea trifida* (Kunth) G. Don por parte de todos los tratamientos hasta los 45 días posteriores a la aplicación, sin diferencias significativas entre los mismos. El tratamiento III (*Glufosinato de amonio* LS 15 (2 L ha^{-1}) + Break Thru (0.08 L ha^{-1})), resultó significativamente superior al resto de los evaluados en el control de las especies *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf. y *Sorghum halepense* (L.) Pers hasta los 30 días posteriores a la aplicación (Figura 3). Ninguna de las variantes mostró control sobre las referidas especies con posterioridad.

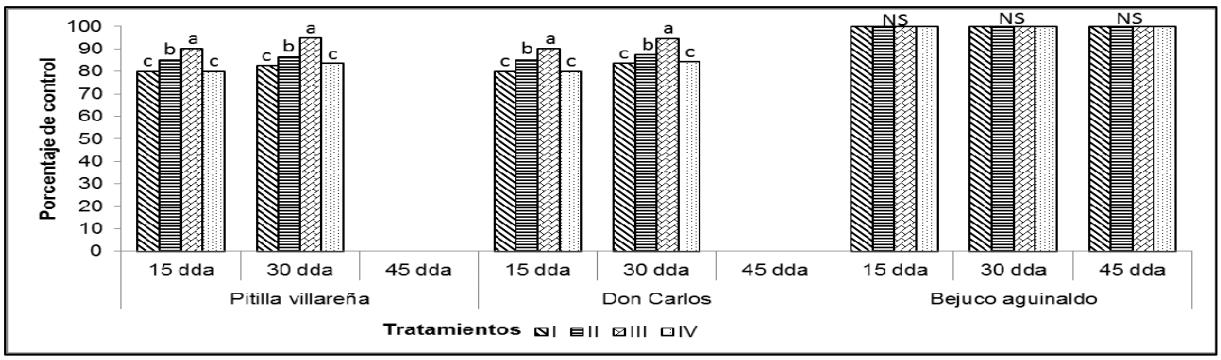


Figura 3. Resultados obtenidos en la provincia Villa Clara.
NS=No significativo p≤0,05

No se observaron afectaciones al cultivo por fitotoxicidad, el grado máximo fue de 2, correspondiente a síntomas muy ligeros (5); los que desaparecieron en las evaluaciones posteriores.

CONCLUSION

1. La efectividad de los herbicidas *Paraquat* LS 20 y *Glufosinato de amonio* LS 15 con la adición del coadyuvante Break Thru LS 100 resultó superior o similar a la lograda con Agrotin y Ácido fosfórico, respectivamente, en el control de las arvenses *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton, *Ipomoea trifida* (Kunth) G. Don, *Dichanthium annulatum*, *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf. y *Sorghum halepense* (L.) Pers.

REFERENCIAS

1. Martínez, R., L. Rodríguez y R. Zuaznábar. 2013. Manejo integrado de malezas. En: Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Pérez, I., I. Santana y I. Rodríguez, editores. Grupo Azucarero AZCUBA. Instituto de Investigaciones de la Caña de azúcar. 290 p.
2. Díaz, J. C. 2012. Control Integral De Malezas en Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. XI Edición. 143 p.
3. Gil, D., O. Portal, E. Becerra, I. García, I. Lugo, D. Ganse y Maritza Sánchez. 2015. Efectos del G*lufosinato de amonio* LS 15 en mezcla con el coadyuvante Break-Thru LS 100 en el control de malezas en caña de azúcar. En: Memorias XIII Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. CD ROOM. ISBN: 978 958 7165 48
4. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR.
5. Johannes, H. y J. Schuh. 1971. Das bonitierungs schema 1-9. European Weed Research Council. (EWRS), Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

TECNOLOGIAS DE APLICACIÓN PARA EL CONTROL DE RAIGRÁS CON PARAQUAT

APPLICATION TECHNOLOGIES FOR THE CONTROL OF RAIGRÁS WITH PARAQUAT

Villalba, J*, Machado, L.

Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Uruguay
* villalba@fagro.edu.uy

RESUMEN

El aumento de raigrás (*Lolium* spp.) resistente a glifosato en Uruguay, ha llevado al uso de herbicidas desecantes tipo paraquat para su control. La eficiencia del paraquat presenta alta sensibilidad a la cobertura que se logra en la aplicación. En el entendido que la cobertura está relacionada directamente con el volumen de aplicación e inversamente al tamaño de gota se planteó el siguiente trabajo, con el objetivo de conocer el efecto de tres volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 $L.ha^{-1}$) y dos tamaños de gota (fina y muy gruesa) en la deposición en raigrás de la aplicación de paraquat. Los tratamientos se aplicaron con el colorante Azul Brillante para la cuantificación de la deposición, la que fue expresada en ppm de Azul/g de materia seca de la maleza. Las mayores deposiciones ocurrieron con los volúmenes de aplicación de 80 y $110.L^{-1}$ para la aplicación de gota fina y con los 80 $L.ha^{-1}$ en la aplicación con gota muy gruesa.
Palabras clave: paraquat, tamaño gota, deposición, volumen de aplicación

ABSTRACT

The increase of glyphosate resistant ryegrass (*Lolium* spp.) in Uruguay has conduced to the use of paraquat for their control. The efficiency of the paraquat presents high sensitivity to the coverage that is achieved in the application. In the understanding that the coverage is directly related to the volume of application and inversely to the drop size, the following work was proposed, with the objective of know the effect of three application volumes (50, 80 and 110 $L.ha^{-1}$) and two droplet sizes (fine and very coarse) in the ryegrass deposition of the application of paraquat. The treatments were applied with the Brilliant Blue tracer for the quantification of the deposition, which was expressed in ppm Blue tracer/ g dry matter. The largest depositions occurred with the application volumes of 80 and $110.L^{-1}$ for the application of fine drop and with 80 $L.ha^{-1}$ in the application with very coarse drop.
Key words: paraquat, drop size, spray deposits, application volume

INTRODUCCIÓN

El aumento de los casos de malezas resistentes a herbicidas como glifosato en Uruguay,entre ellas el raigrás, ha llevado a un creciente uso de otros herbicidas en la preparación de barbechos, para la siembra de cultivos de invierno y verano. Entre los herbicidas que han incrementado el uso se encuentra paraquat. Debido a la inexistencia de sistemia en planta del herbicida, es altamente sensible a la cobertura en planta que se logra en la aplicación para alcanzar un control adecuado. La cobertura es dependiente del volumen de aplicación y del tamaño de gota. Según Creech et al. (2015) en herbicidas desecantes, los aplicadores deberían aumentar los volúmenes de aplicación para maximizar su eficiencia, así lo determinaron para glufosinato de amonio y lactofen. En herbicida diquat, volúmenes de 200 L/ha permitieron una mayor cobertura de las malezas evaluadas comparado a volúmenes de 100 L, pero sin diferencias en el control (Almeida et al., 2016). En *Brachiaria platyphylla* el control fue independiente del tipo de boquilla, fue más importante el herbicida, siendo mayor el control con paraquat y glufosinato que con glifosato pero hubo efecto del volumen de aplicación siendo mayor el control con 100 L que con 50 L/ha (Etheridge et al., 2001).

Contrariamente a estos resultados, los aplicadores en Uruguay intentan cada vez más aplicar con menores volúmenes de aplicación, con la finalidad de una mayor eficiencia operativa. Esto sería posible siempre que se cumpla con el objetivo de lograr una excelente efectividad en el control de malezas. Conociendo que el volumen de aplicación afecta directamente la cobertura, y no siempre es posible y/o aconsejable mejorar ese parámetro con la disminución del tamaño de gota, es trascendente conocer la interacción entre estos factores para paraquat. Se planteó como objetivo estudiar el efecto de tres volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 L ha^{-1}) y dos tamaños de gota (fina y muy gruesa) en la deposición de caldo aplicado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a la combinación de 3 volúmenes de caldo: 50, 80, y 110 L ha^{-1}, con dos tamaños de gotas, fina y muy gruesa (según Norma ASAE S 572). En la tabla I se presentan las características de los tratamientos y el tipo de boquillas usadas para lograr ese tamaño de gota.

Tabla I. Descripción de los tratamientos

Volumen ($L.ha^{-1}$)	Tamaño Gota	Boquilla	Presión de trabajo (bar)	Velocidad de Trabajo ($km.h^{-1}$)
50	Fina	XR 110015	2	16
	Muy gruesa	TTI 110015	2	16
80	Fina	XR 11003	2,5	17
	Muy Gruesa	AI 11003	2,5	17
110	Fina	XR 11004	2,6	17
	Muy Gruesa	AI 11004	2,6	17

La aplicación se realizó con un equipo autopropulsado con un ancho operativo de 30 m, con una distancia entre boquillas de 0.5 m. La dosis de paraquat (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo) usada fue de 400 gia ha^{-1}. Para la cuantificación de la cantidad de producto pulverizado en las hojas de raigrás se adicionó al caldo el colorante Azul brillante a razón de 400 g/ha. Luego de la aplicación se recolectaron 20 plantas por parcela y se lavaron con 50 m L de agua destilada. El uso del colorante Azul permite la cuantificación de la deposición a través de la lectura de absorbancia en espectrofotómetro (metodología desarrollada por Palladini et al, 2005). Previamente se realizó la curva de calibración, donde se obtuvo los datos de absorbancia en el espectrofotómetro a partir de concentraciones de Azul Brillante conocidas, lo que permitió ajustar los datos de absorbancia de cada muestra y estimar cantidades depositadas de producto, las cuales se expresaron en ppm/g de materia seca de raigrás.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de la deposición indica que existió interacción entre volumen de aplicación y tamaño de gota (Tabla II).

Tabla II. Análisis de varianza

Parámetros	p- valor
Volumen de aplicación	0.0001
Tamaño de gota	0.0013
Volumen de aplicación x tamaño de gota	0.0001

Los resultados indican que cuando la aplicación fue con gota fina las mayores deposiciones se obtuvieron con los volúmenes de 80 y 110 L.ha^{-1}, mientras que con gota muy gruesa, la mayor deposición ocurrió con el volumen de 80 L.ha^{-1} (Tabla III). La menor deposición del mayor volumen con gota gruesa podría estar explicada por la ocurrencia de escurrimiento de la gota desde las hojas del raigrás. El volumen de 50 L.ha^{-1} determinó muy baja deposición independiente del tamaño de gota.

Tabla III. Promedios de deposición en plantas de raigrás (ppm colorante Azul/g materia seca de raigrás)

	Volumen de aplicación (L.ha^{-1})		
Tamaño gota	50	80	110
Fina	1.24 a B	3.25 a A	3.45 a A
Muy gruesa	1.46 a C	2.92 a A	2.17 b B

Letras minúsculas comparan entre tamaño de gota y letras mayúsculas comparan entre volúmenes de aplicación

CONCLUSIONES

La deposición del pulverizado en raigrás es dependiente del volumen de aplicación y del tamaño de gota. El volumen de 80L.ha^{-1} determinó buena deposición independiente del tamaño de gota.

REFERENCIAS

1. Creech, C. F.; Henry, R. S.; Werle, R.; Sandell, L. D.; Hewitt, A. J.; Kruger, G. R. Performance of postemergence herbicides applied at different carrier volume rates. Weed Technology. 2015, 29 (3): 611-624.
2. Almeida, D. P.; Agostini, A. R.; Yamauchi, A. K.; Decaro, J. R.; Ferreira, M. C. Volumes de aplicação e tamanhos de gotas para aplicação do herbicida diquat no controle de *Eichhornia crassipes*. Planta Daninha. 2016, 34 (1): 171-179.
3. Etheridge, R. E.; Hart, W. E.; Hayes, R. M.; Mueller, T. C. Effect of venturi-type nozzles and application volume on postemergence herbicide efficacy. Weed Technology. 2001, 15: 75–80.
4. Palladini, L. A.; Raetano, C. G.; Velini, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. Scientia Agrícola. 2005, 62 (5): 440-445.

EFECTIVIDAD DE CALLISTO SC 48 (MESOTRIONE) MEZCLADO CON AMETRINA GD 80 EN EL CONTROL POSTEMERGENTE DE MUCUNA PRURIENS (L.) EN ESTADO AVANZADO DE CRECIMIENTO

EFFECTIVENESS OF CALLISTO SC 48 (MESOTRIONE) MIXED WITH AMETRIN GD 80 IN THE POSTEMERGENT CONTROL OF MUCUNA PRURIENS (L.) IN ADVANCED STATE OF GROWTH

García, I*, Sánchez, M*, Otero, Y
Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara.
*email: inoel.garcia@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

Se realizó un experimento de control químico de Mucuna pruriens (L.) en septiembre de 2016, cuando la maleza estaba en estado avanzado de crecimiento, enrollada sobre la parte foliar de los tallos de caña de azúcar y al inicio de la etapa de emisión de las flores. La aplicación de los tratamientos se realizó con asperjadora UNIGREEN acoplada a tractor de alto despeje, presión de trabajo de cinco atmósfera y boquilla de abanico plano Lurmark 03F110JB, con calibración en diferentes velocidades para lograr tres soluciones finales. A los 25 días de la aplicación la mezcla de Callisto SC 48 a 0.3 L ha^{-1} p.c.+ ametrina GD 80 a 1.0 $kgha^{-1}$ p.c., alcanzó porcentajes de control de 85, 100 y 100% en las soluciones finales de 249, 344 y 433 L ha^{-1}, respectivamente, superando estadísticamente al estándar 2,4-D éster a 2.0 L ha^{-1} p.c. y a Callisto SC 48 a 0.8 L ha^{-1} p.c.
Palabras claves: Caña de azúcar, Pica pica, herbicidas.

ABSTRACT

A chemical control experiment of Mucuna pruriens (L.) was carried out in September 2016, when the weed were in an advanced stage of growth, rolled on the leaf part of the sugarcane stalks and at the beginning of the emission stage of flowers. The application of the treatments was done with UNIGREEN spraying machine coupled to a high-precision tractor, five-atmosphere working pressure and Lurmark 03F110JB flat fan nozzle, with calibration at different speeds to achieve three final solutions. At 25 days of application the mixture of Callisto SC 48 at 0.3 L ha-1 p.c. + ametrine GD 80 at 1.0 kg ha^{-1} p.c., reached control percentages of 85, 100 and 100% in the final solutions of 249, 344 and 433 L ha^{-1}, respectively, statistically superior the standard treatment of 2,4-D ester at 2.0 L ha-1 p.c.and Callisto SC 48 to 0.8 L ha-1 p.c.
Key words: Herbicides, Pica pica, Sugarcane.

INTRODUCCIÓN

Callisto CS 480 (mesotrione) es un herbicida sistémico, no volátil, recomendado para el control postemergente de malezas de hoja ancha (Syngenta, 2014). La combinación de mesotrione con herbicidas inhibidores del fotosistema II como la ametrina forman una actividad sinérgica, favoreciendo el control de las malezas (Abendroth,Martin y Roeth, 2006).

Mucuna pruriens (Pica pica) es una especie de maleza predominante en los cañaverales de Cuba y cuyos pelos urticantes afectan principalmente a los trabajadores de la cosecha. Esta especie concluye su ciclo de vida en coincidencia con los meses de zafra, lo que facilita la dispersión de los frutos completamente formados y listos para su germinación durante el venidero período lluvioso, cuando muchas plantaciones están “cerradas” lo que dificulta su control. El control químico con 2,4-D con medios terrestres en el periodo julio-octubre cuando la maleza tiene crecimiento avanzado y está al inicio de su período reproductivo, puede tener limitaciones con la humedad del suelo y el acame de los tallos y la aplicación aérea es conflictiva por la alta volatilidad del herbicida.

Por las razones mencionadas y por la pérdida de prácticas culturales como el arranque manual de la maleza en estadios iniciales de desarrollo, Mucuna pruriens ha incrementado su predominancia en las áreas cañeras del país, siendo una de las especies de malezas más importantes y de mayores dificultades en su control, trayendo consigo pagos extras por tonelada de caña cosechada, con elevación del costo de producción y reducción de la ganancia.

Estudios anteriores con el herbicida Callisto SC 48 mezclado con ametrina GD 80 no fueron efectivos en el control de Mucuna pruriens, atribuible a las relativamente bajas soluciones finales utilizadas que no lograron la cobertura adecuada de gotas.

El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad de Callisto SC 48 en mezcla con ametrina GD 80 en el control de Mucuna pruriens en estado avanzado de desarrollo variando la solución final.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se montó el 16 de septiembre de 2016 en la UBPC Jesús Menéndez de la UEB Ifraín Alfonso municipio de Ranchuelo, Villa Clara, en un campo seleccionado por la predominancia de la especie de maleza Mucuna pruriens en asociación con Ipomoea sp., ambas completamente desarrolladas y localizadas fundamentalmente sobre el follaje de los tallos de caña de azúcar, pero aún sin emitir flores y en estado fisiológico activo por las frecuentes precipitaciones ocurridas antes y durante el período de estudio

La aplicación de los tratamientos se realizó en post emergencia de la maleza, con asperjadora UNIGREEN acoplada a tractor de alto despeje para asperjar sobre el follaje del cultivo. Se utilizaron boquillas de abanico plano Lurmark 03F110JBy presión de trabajo de 5 atmósferas. La asperjadora se calibró previamente a diferentes velocidades para lograr la variación deseada en la solución final por hectárea. Los tratamientos (Tabla 1) se montaron en diseño en franjas, parcelas de 5 surcos de 376 m de longitud para un área de 0.30 ha por franja. Cada tratamiento se replicó dos veces.

Tabla I. Tratamientos.

Solución final (Lha^{-1})	Herbicidas	Dosis (L, $kgha^{-1}$ p.c.)
249	2, 4-D éster CE 48	2.0
	Callisto SC 48	0.8
	Callisto SC 48 + ametrina GD 80	0.3 + 1.0
344	2, 4-D éster CE 48	2.0
	Callisto SC 48	0.8
	Callisto SC 48 + ametrina GD 80	0.3 + 1.0
433	2, 4-D éster CE 48	2.0
	Callisto SC 48	0.8
	Callisto SC 48 + ametrina GD 80	0.3 + 1.0

Se evaluó el control de Mucuna pruriens e Ipomoea sp. en porcentaje de forma visual (Laycock, 2004) a los 15 y 25 días después de la aplicación. A los datos originales de control de malezas se les comprobó su distribución normal y se le aplicó análisis de varianza bifactorial (tratamientos x solución final) con el sistema Statistica 7 y prueba Tukey ($p<0.05$) para comparación de medias.

Tabla 2. Precipitaciones.

Mes	Decena	mm
Septiembre	I	57.7
	II	49.2
	III	37.2
Octubre	I	74.9
Total	-	219.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 15 días de la aplicación el control ejercido por la mezcla de Callisto SC 48 a 0.3 L/ha p.c + ametrina GD 80 a 1.0 kg/ha p.c. sobre Mucuna pruriens e Ipomoea sp., ambas especies en etapa reproductiva, alcanzaba valores de 75, 90 y 90% en las soluciones finales de 249, 344 y 433 L/ha, respectivamente y superaban estadísticamente al estándar 2,4-D éster a 2.0 L/ha p.c. y a Callisto SC 48 a 0.8 L/ha p.c. (Figura 1). A los 25 días los niveles de control de ambas especies se elevaron a 85, 100 y 100% en las soluciones finales mencionadas. (Figura 2).

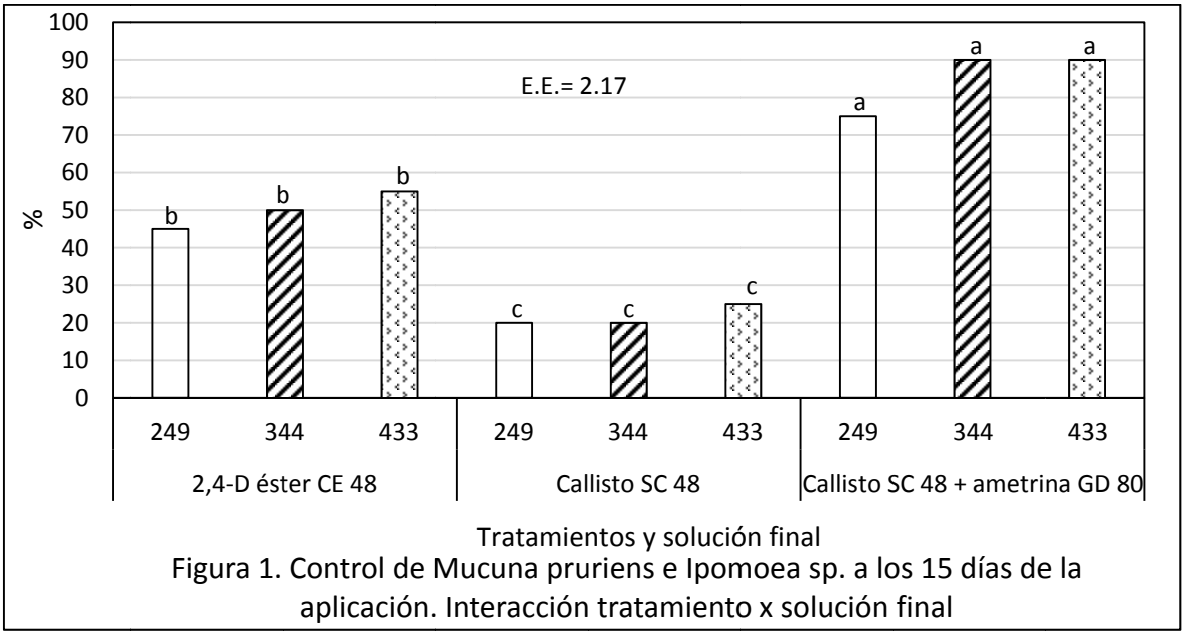


Figura 1. Control de Mucuna pruriens e Ipomoea sp. a los 15 días de la aplicación. Interacción tratamiento x solución final

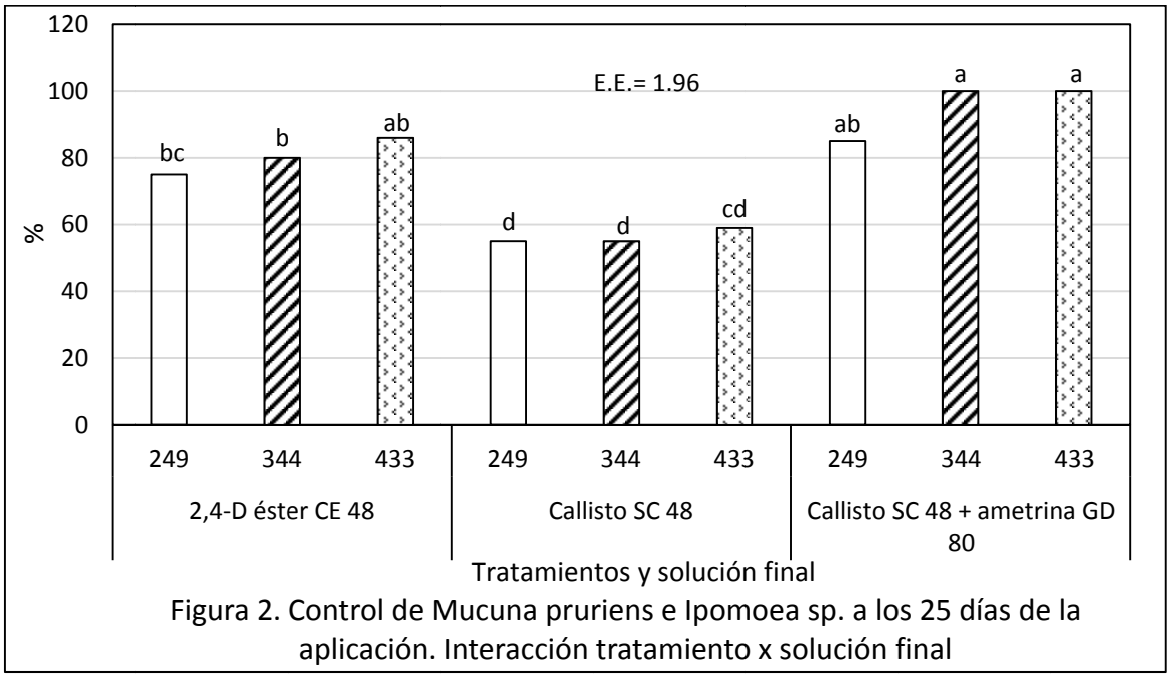


Figura 2. Control de Mucuna pruriens e Ipomoea sp. a los 25 días de la aplicación. Interacción tratamiento x solución final

Los resultados dela mezcla de los herbicidas Callisto SC 48 + ametrina GD 80 en el control de las especies Mucuna pruriens e Ipomoeas sp., coinciden con la valoración de Carvalho, et al. (2010) quienes señalan que dicha combinación de productos tuvo un efecto prominente en el control de especies dico y monocotidóneas debido al sinergismo. Además, la efectividad de control sobre Mucuna pruriens, unido a las características de baja volatilidad de ambos productos, convierte a dicha mezcla de herbicidas en una alternativa para la aplicación aérea en la lucha para limitar la expansión de esta especie, particularmente cuando la maleza está al iniciar su período reproductivo y evitar así la diseminación de nueva semilla y engrosar el ya amplio banco de semilla existente.

El costo por tratamiento a los precios de AZCUBA para 2017 es mayor en la mezcla de Callisto CS 48 + Ametrina PH 80 a 0.3 y 1.0 L y kg ha^{-1}, respectivamente comparada con el control estándar a base de Esterol CE 48 a 2.0 L ha^{-1}, por lo que es un tratamiento de posible uso en condiciones de colindancia donde el herbicida hormonal puede causar daños a otros cultivos y la maleza está en completo desarrollo.

Tabla 3. Costo por tratamiento.

Tratamientos	Dosis (L kg ha^{-1})	Costo (USD)
2, 4-D éster CE 48	2.0	10.68
Callisto CS 48	0.8	37.60
Callisto CS 48 + Ametrina PH 80	0.3 + 1.0	22.18

CONCLUSIONES

1. La mezcla de Callisto SC 48 a 0.3 Lha^{-1} p.c. + ametrina GD 80 a 1.0 Lha^{-1} p.c.alcanzó la máxima efectividad y control de Mucuna pruriens en estado avanzado de desarrollo con solución final de 344 Lha^{-1}, superior estadísticamente al logrado por el tratamiento estándar de 2.4-D éster CE 48 a 2.0 Lha^{-1} p.c.
2. La mezcla de Callisto SC 48 a 0.3 Lha^{-1} p.c.+ ametrina GD 80 a 1.0 Lha^{-1} p.c. dado su mayor costo que el tratamiento estándar de 2.4-D éster CE 48 debe priorizarse para caña cerrada y Mucuna pruriens en fase avanzada de desarrollo.

REFERENCIAS

1. Syngenta. Herbicida Callisto 2014 En: www.syngentaenvivo.com.ar/
2. Abendroth.J.A.. Martin. A.R. and Roeth. F.W. Plant Response to combinations of Mesotrione and Photosystem II Inhibitors. WeedTechnology, 2006, 20,267-274.
3. Laycock. D.S.Sampling and assessment methodology2004. En: Manual for Field Trials in Crop Protection. Syngenta.Basilea. p. 45-54.
4. Carvalho, F.T., Castro, R.M., Otsubo, R.I., Pereira, F.A.R Control of Ten Weed Species in Sugarcane Using Mesotrione Mixed with Ametryn and Metribuzin.2010.PlantaDaninha, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 585-590.

APLICACIONES DE HERBICIDAS RESIDUALES EN BANDA SOBRE LAS HILERAS DE CAÑA DE AZÚCAR. RESULTADOS Y AVANCES EN LA EMPRESA AZUCARERA MATANZAS.

APLICATION OF RESIDUALS HERBICIDE IN BAND ON ROWS OF SUGAR CANE RESULT AND ADVANCE IN THE MATANZAS SUGAR INDUSTRY.

Díaz[1] J.J, Borges[1] A., Romero[2] J.A., O' Farry[2]J, Hernández, F[3]., Zuaznábar, R.[3]

(1) Empresa Azucarera Matanzas
(2) Unidad Empresarial de Base Jesús Rabí
(3) Instituto Investigaciones de la Caña de Azúcar.

RESUMEN

Con el objetivo de perfeccionar el programa de aplicación de herbicidas residuales en Caña de azúcar, se hicieron ensayos aplicando en bandas de 0.75m y 1.0m de ancho sobre las hileras en marzo de 2015; por los resultados obtenidos, se extendieron a todas las Unidades Productoras de la Empresa Azucarera Matanzas, ampliándose en la presente zafra 2017.
Se estudió en dos bloques la posibilidad de dejar sin aplicar herbicidas residuales en aquellos que llevan varios años con buenos resultados en el control de malezas y que con solo tratamientos foliares en manchas combinados con cultivos mecanizados garantizan no competencia por las arvenses.
Un nuevo esquema de disposición de las boquillas se diseñó, satisfaciendo los requerimientos para los distintos marcos de plantación.
Se demostró que con los tratamientos en banda se reducen los costos de los herbicidas, se incrementa la productividad de las asperjadoras y se disminuye la carga tóxica en 30% aproximadamente.
Palabras claves: Palabras clave herbicidas, residuales, bandas, hileras, boquillas.

ABSTRACT

In order to improve the program of application of residual herbicides in sugarcane, trials were carried out in bands of 0.75m and 1.0m wide on the rows in March 2015; For the results obtained, were extended to all the Producing Units of the Matanzas Sugar Company, expanding in the present 2017 harvest. It was studied in two blocks the possibility of leaving without applying residual herbicides in those that have been successfully using weed control for several years, and that with only foliar treatments combined with mechanized crops ensure that there is no competition for the weeds. A new nozzle arrangement scheme wasdesigned, satisfying the requirements for the different plantation frames. It was demonstrated that in the band treatments the costs of the herbicides are reduced, the productivity of the sprinklers is increased and the toxic load is reduced in approximately 30%.
Keywords: herbicide, residual, bands, rows, nozzles.

INTODUCCIÓN

El control de malezas. (Arvenses) en el cultivo de la Caña de Azúcar constituye una práctica fundamental para poder obtener altos rendimientos al igual que en otros cultivos, siendo el uso de herbicidas un método eficiente si se manejan adecuadamente.
(1) obtuvieron pérdidas en los rendimientos agrícolas entre 60 y 78% en las variedades Cp 48103 y Cp 34120. (2) encontró pérdidas entre el 53 y 82% con infestación de Sorghum alepense.
(2) planteaba pérdidas de una tonelada de azúcar cada 15 días de competencia, aproximadamente nueve toneladas de caña.
Los tratamientos en banda sobre las hileras, se generalizan en Cuba con productos herbicidas de post emergencia, a partir de la introducción de la asperjadora económica 1983 de tres hileras. Caladilla M. R.

Calzadilla, M. 1986, citado por Álvarez 2015 Principales causas que originan las pérdidas de herbicidas en el cultivo de la Caña de Azúcar planteaba que ninguna provincia en Cuba se había aproximado a su potencial de aplicación con los productos que disponían, sin embargo en el CAI Cárdenas basada en aplicaciones en bandas y manchoneos con lanzas y mochilas las dosis y los costos habían disminuido en más del 50%.

Díaz, José J, Isoxaflutole en retoños de caña de azúcar. Resultados de ensayos en varios CAI. de la provincia Matanzas (Segundo encuentro Nacional de Ciencias de Malezas Habana 2001. (P.20-21);Se refería a los buenos resultados aplicando residuales a los retoños con mezclas de Isoxaflutole mas Ametrina o Diuron a dosis bajas, ya que estos cierran el campo más rápido que las nuevas plantaciones.

En Cuba llevamos más de diez años aplicando herbicidas residuales a los retoños, cosechados verdes o quemados, cultivados entre calles o con cubierta de residuos, empleando Merlín 75 GD, Merlín total o Mayoral LS 35(Imazapic + Imazapyr) estas prácticas han mostrado efectividad en el control de las malezas, disminuyéndose los enyerbamientos en más del 50%; Con el fin de comprobar lo anteriormente enunciado, hicimos ensayos en el año 2015 en la UBPC. Cuba Libre en el Municipio de Jovellanos, lográndose buenos resultados, los que fueron presentados en Diversificación 2015. Hotel Nacional Habana.

Durante la campaña 2016 y la presente 2017 se extiende en toda la provincia de Matanzas y nacionalmente con resultados satisfactorios en el control de las arvenses y la reducción de los costos a las atenciones del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Iniciamos el estudio de herbicidas residuales en bandas sobre las hileras en el año 2015,

Los tratamientos se hicieron en franjas de 7 hileras con tres repeticiones, en retoños sin residuos de cosechas. Ancho de bandas 0.75 m.

Para el estudio en grandes áreas de extensión se trabajó principalmente en la UEB Jesús Rabí, donde se aplicaron herbicidas residuales en bandas de 1.0 m de ancho sobre las hileras. (cosecha 2016).

En la CPA Dagoberto Rojas se dejó sin aplicar el bloque no. 602 con 9 cosechas, planificado demoler en la zafra (2016-2017). (Variedad C. 8612).

En la CPA Alexander Stambolinski se seleccionó el bloque no. 1101, con 3 cosechas. (Variedad Cp. 5243). Se estudiaron 2 variedades de caña, ya que es un factor a tener en cuenta por su crecimiento y desarrollo. En la CPA Dagoberto Rojas se aplicó Merlin total 0.23 L/ha en banda de 1.0 m de ancho al bloque no. 608 cosechado verde con cubierta de residuos, no se cultivó el camellón; se comparó con el bloque no.607 aplicado a toda la superficie con Merlín total a la misma dosis, tipo de suelo ferrasol. En todos los tratamientos se usó la asperjadora Unigrin con boquillas de abanico plano 03F 110 y solución final de 200 l/ha.

Con el objetivo de garantizar una distribución uniforme del herbicida, se estudió las distintas variantes de posición de las boquillas para tratamientos en bandas de 1.0 m y plantaciones a 1.5 m. y de base ancha. 0.4m por 1.4 m. la asperjadora utilizada en todos los tratamientos fue Unigrin. Con soluciones finales desde 200 L/ha hasta 300 L/ha.

Para analizar los resultados se hicieron visitas periódicas por especialistas con el fin de indicar las labores complementarias y evaluar el comportamiento de las aplicaciones en banda.

El primero de junio 2016 se realizó un día de campo con dirigentes y especialista de 27 UEB, de 7 Empresa Azucarera, la dirección del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar y especialistas de AZCUBA. Los cuales pudieron evaluar los bloques dejados de aplicar residuales y los aplicados en banda.

Se tuvo en cuenta las labores adicionales (cultivo mecánico al camellón, manchoneo, descepes a mano, etc.). Comparados con los tratamientos totales. Se analizaron los % de enmalezamiento reportados en los meses desde comienzo de las aplicaciones, teniendo en cuenta años anteriores donde no se aplicó en banda, así como las precipitaciones ocurridas en esos meses. Otro aspecto importante analizado fue los pases adicionales, si hubo o no incrementos y el ahorro que representa para la empresa las aplicaciones en banda.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla I-Hectáreas no aplicadas con residuales

Unidad productora	No. bloque	Hectáreas	Fecha cosecha15-16	Variedad	Cepa
D. Rojas	602	81.6	Dic-15	C 8612	Rq-9
A. Stambol.	1101	45.6	Dic-15	Cp 5243	R-3
Unidad productora	t/ha zafra 16-17	Descepe manual	Manchoneo químico	Cult.desyerbe	Pre- cierre
D. Rojas	47.9	1	1 al 3%	0	1 manual
A. Stambol.	78.0	1	2 al 3%	1	1 con Finale

El descepe manual para el control de Panicum máximum y el manchoneo químico para el control de Sorghum halepense.

Se observó que se pude dejar sin aplicar herbicidas residuales en estos bloques que llevan años en el programa, sin necesidad de incrementar las labores adicionales.

Tabla. II % Aplicado en banda y reporte de enyerbamiento en %.

UEB	% aplicado en banda			% enyerbamiento								
	2015	2016	2017	2015			2016			2017		
				ene	feb	mar	ene	feb	mar	ene	feb	mar
J. Rabí	0	15	73	0.7	0.4	0.6	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5
R. Fraga	0	13	37	1.2	1.9	2.7	1.2	1.4	2.1	2.5	2.8	2.5
M. Muñoz	0	10	72	4.1	2.9	2.1	1.9	1.6	1.5	1.7	1.5	1.6
Empresa	4.0	16	51	2.4	2.2	2.2	1.6	1.8	1.7	1.5	1.8	1.7

Con el 51% de las aplicaciones en banda, se reportan enyerbamientos similares al año 2016, e inferiores al 2015 cuando no se usaba esta tecnología

Tabla.III Precipitaciones en mm. Comparación últimos tres años.

UEB	2015			2016			2017		
	ene	feb	mar	ene	feb	mar	ene	feb	mar
J. Rabí	1.8	36.1	3.4	105.4	8.7	21.0	11.2	39.6	42.4
R. Fraga	0.0	50.3	2.1	80.8	27.4	16.5	18.1	18.8	61.8
M. Muñoz	1.6	43.4	0.0	79.4	12.6	19.0	31.8	24.7	31.5
Empresa	4.8	29.9	9.8	113.7	11.2	23.3	26.7	27.3	8.7

Las precipitaciones en estos meses fueron suficientes para la aparición de arvenses, sin embargo se comprobó control de las mismas, reflejado en la tabla no. II.

Tabla. IV Labores adicionales después de la aplicación de herbicidas residuales. Pases/área aplicada.

UEB	2015			2016			2017		
	L.M	C.D	H.M	L.M	C.D	H.M	L.M	C.D	H.M
J. Rabí	1.3	0.8	0.0	1.7	1.2	0.1	0.6	0.3	0.1
R. Fraga	1.7	0.8	0.5	1.0	0.5	0.5	1.0	0.2	0.1
M. Muñoz	2.3	1.8	0.7	0.7	0.7	0.4	1.0	0.6	0.4
Empresa	1.1	1.0	0.3	1.0	0.7	0.2	0.7	0.3	0.2

LM= Limpia manual; CD= cultivo desyerbe; HM= herbicidas en manchas.

El número de pases adicionales al área aplicada con residuales es inferior en el año 2017, lo que justifica realizar tratamientos en banda.

Tabla. V Comparativo bloque aplicado en banda y aplicación total con Merlin total
CPA. Dagoberto Rojas.

Blque no.	has	cepa	variedad	Aplic.	t/ha	M total
608	78.0	Soca 3	C-8751	banda	116.0	0.149 L/ha
607	78.0	Soca 2	C-8751	total	123.3	0.226 L/ha

La diferencia en t/ha está dada por la edad de la cepa; una cosecha más donde se aplicó en banda en ambos bloques se hicieron las mismas labores adicionales; un manchoneo ligero al Don Carlos y un descepe manual a Panicum máximum, con costos similares. Se ahorraron 6.006 litros de Merlin total con un valor de 849.07 usd.

Tabla VI ANÁLISIS ECONÓMICO.

UEB./Empresa	Hectáreas aplicadas con Merlin total 31/03/17			Hectáreas aplicadas con Mayoral31/03/17		
	Total aplicado	Superficie total	En banda de 1.0 m	Total aplicado	Superficie total	En banda de 1.0 m
UEB. J. Rabí	3702.94	993.90	2709.04	0.0	0.0	0.0
Empresa	13877.07	6315.61	7561.36	2003.02	1183.2	820.0

Hasta marzo 31/17, la UEB. J. Rabí ha ahorrado 192.34 litros de Merlin total, con un valor de 25831.26 USD; en total la Empresa ahorró 72099.84 USD de Merlin total y 6084.40 de Mayoral, para un ahorro total de 78184.24 USD.

Por cada hectárea aplicada en banda con Merlin total se ahorran 10.20 USD y cundo se aplica Mayoral 7.42USD. Si cada Unidad productora deja sin aplicar las pre- demoliciones; se ahorraría aproximadamente el 15% del consumo de residuales, además si por lo menos se dejara un bloque sin aplicar por reunir las condiciones antes explicadas, representaría otro 14% de ahorro de herbicidas residuales. La CPA Dagoberto Rojas no aplicó al bloque 601 con 87 has ahorraron 20.0 Litros de Merlin total con un valor 2686.00 USD.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Aplicar en banda de 1.0 m sobre las hileras los herbicidas residuales.
2. No aplicar productos residuales las áreas de pre-demoliciones.
3. No aplicar residuales los campos que lleven varios años en el programa de residuales a los retoños (Merlin Total o Mayoral) teniendo en cuenta los posibles brotes de malezas, la población y la cobertura de residuos de cosecha.
4. Realizar cultivo entre hileras (0.80 m) con equipos de discos múltiples, rejas de corazón o cincel) .según corresponda.
5. Usar el esquema de posición de boquillas más adecuado para los tratamientos en bandas teniendo en cuenta el marco de siembra.1.5 m o base ancha.

REFERENCIAS

1-Arévalo y Marioti (Argentina (1977) Recomendaciones para el control de las malezas en caña de azúcar en la provincia de Tucumán.Rev.Agron.N.O.1-4;39-51.
2-Barcudis (Tucumán, Argentina 1983), Competencia del Sorghum halepense (L) Pers. En caña de azúcar EEAOC Publicaciones misceláneas.
3-Casamayor, R. (Cuba 1972) Herbicidas en Caña de azúcar. Universidad Central Las Villas, vol.4-p-13-17.
4-Calzadilla, M. 1986, citado por Álvarez 2015 Principales causas que originan las pérdidas de herbicidas en el cultivo de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar, 14 p.
5-Díaz, José J, 2001 Isoxaflutole en retoños de caña de azúcar. Resultados de ensayos en varios CAI. de la provincia Matanzas (Segundo encuentro Nacional de Ciencias de Malezas Habana resumen (P.20-2)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS BIOLÓGICOS CON EL INGREDIENTE ACTIVO METSULFURÓN METIL EN EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJAS ANCHAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN CUBA.

RESULTS OF THE BIOLOGICAL ASSAYS WITH THA ACTIVE INGREDIENT METSULFURON METHYL IN BROAD LEAVES WEEDS IN RICE CROP IN CUBA

Delgado, Marisol .[1]; Garcia[1], y; Rivero[1], L.E; BEA[1].A.
[1] Instituto de Investigaciones de Granos

RESUMEN

El manejo de malezas constituye uno de los mayores retos para alcanzar resultados productivos superiores en el cultivo del arroz. En la flora arvense presente en los suelos arroceros destacan por su presencia y asociaciones, las malezas de hojas anchas y dentro de ése grupo agronómico son muy importantes especies como *Vigna vexillata* (Bejuco Godínez), *Aeschynomene americana* (Tamarindillo),*Thalia geniculata* (platanillo), *Malachra alceifolia* (malva),*Sesbania rostrata* (palo bobo), *Sesbania emerus* (palo bobo) y, *Ludwigia spp*(Dagamito) que no son eficientemente controladas a dosis normales de aplicación de herbicidas del grupo del 2,4 D. El objetivo del trabajo fue realizar en condiciones de campo del Instituto de Investigaciones de Granos la evaluación de la efectividad biológica de los nuevos herbicidas genéricos de metsulfuron metil en la campaña húmeda del 2009-2013. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas para cada tratamiento. Los genéricos mostraron un excelente control de malezas hojas anchas en los tratamientos en estudios y controlaron las malezas problemas con gran efectividad de acuerdo al número de hojas y la dosis utilizada.
Palabras claves: malezas; herbicidas; arvenses; hojas anchas

ABSTRACT

Management of weeds is one of the major challenges to get high productive result in rice crop. Among arvense flora in rice soils stand out broad leaves weeds and in this group are so important species like *Vigna vexillata* (BejucoGodínez), *Aeschynomene Americana* (Tamarindillo), *Thalia geniculata* (platanillo), *Malachra alceifolia* (malva), *Sesbania rostrata* (palo bobo), *Sesbania emerus* (palo bobo) y, *Ludwigia spp* (Dagamito) which are not well controlled to normal rates of herbicides belonging to the 2,4 D group. The objective of the work was to evaluate the effectiveness of generic herbicides of metsulfuron methyl during the wet season of 2009 – 2013. Was used a randomized block design with four replications for each treatments. The generic herbicides showed and excellent control of broad leaves weeds in all treatment studied and they controlled problems weeds with high effectiveness according to the number of leaves and used dose.
Key words. Weeds, herbicides, arvenses, broad leaves.

INTRODUCCIÓN

El manejo de malezas constituye uno de los mayores retos para alcanzar resultados productivos superiores en el cultivo del arroz. En la flora arvense presente en los suelos arroceros destaca por su presencia y asociaciones, las malezas de hojas anchas y dentro de ése grupo agronómico son muy importantes especies como *Vigna vexillata* (Bejuco Godínez), *Aeschynomene americana* (Tamarindillo), *Thalia geniculata* (platanillo), *Malachra alceifolia* (malva), *Sesbania rostrata* (palo bobo), *Sesbania emeru* (palo bobo)y, *Ludwigia spp* (Dagamito)que no son eficientemente controladas a dosis normales de aplicación de herbicidas del grupo del 2,4 D. Algunas como *Vigna vexillata* y *Aeschynomene americana* suelen causar serios daños al

rendimiento agrícola no solo por la interferencia que provocan por la competencia sino que además dificultan las actividades de cosecha.

Desde hace algunos años se ha venido empleando en el país el herbicida metsulfurón metil, que pertenece al grupo de las sulfonilureas, responsables de la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa ALS (acetohidroxiácido sintetasa AHAS), responsable de la síntesis de valina, leucina a isoleucina, necesarios para el desarrollo de los meristemos en las plantas.Los herbicidas de éste grupo se absorben por las raíces y hojas, y se movilizan dentro del vegetal con relativa facilidad. Entre los 7 – 10 días posteriores a la aplicación comienzan los síntomas: un color rojizo en las partes jóvenes del vegetal, seguido de clorosis y necrosis, que va progresando a las más viejas. La actividad en el suelo de algunos herbicidas de este grupo en el suelo es prolongada, a veces hasta casi 2 años por lo que se recomiendan especiales cuidados con cultivos susceptibles, luego de las aplicaciones sobre cultivos precedentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en condiciones de campo del Instituto de Investigaciones de Granos, en la campañas de seca en parcelas de 1.65 x 3.0 m. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas para cada tratamiento según la metodología propuesta por Gómez y Kawanchai (1994). Las malezas predominantes fueron: *Sesbania rostrata, Ammania coccinea, V. vexillata, C. palustris, Aeschynomene americana, Ludwigia suffructicosa, Commelina difusa, Malacra alceifolia y Portulaca. oleracea.* Las aplicaciones se realizaron en post emergencia temprana y mediana, malezas 2- 3 hojas y 4 hojas

Las aplicaciones se realizaron con un aspersor manual modelo Gilbert a presión de 3 bar, boquilla 8002 E y solución final de 400 l/ha. Las variedades de arroz utilizadas fueron Reforma, IACuba – 31 ambas de ciclo corto, sembrada de forma directa a chorrillo en surco, con 0.15 m de separación y densidad de 120 Kg. /ha.Las atenciones culturales se realizaron según las normas técnicas vigentes para el cultivo en el Instructivo técnico (Anónimo, 2014). Se cuantificó el número de malezas de hojas anchas, antes de la aplicación (AA) y 10, 20 y 30 días después de la aplicación (DDA) utilizándose un marco fijo de 0.25 m^2 en cada réplica y tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos en el ensayo # 1 de eficiencia biológica del herbicida Arranque PH 60 (Metsulfurón metil). IIGranos, 2013.

No	Tratamientos	Dosis (kg pc.ha^{-1})
1	Arranque 60 PH	0.010
2	Arranque 60 PH	0.012
3	Arranque 60 PH	0.015
4	Metsulfurón metil 60 PH	0.010
5	Metsulfurón metil 60 PH	0.015

Tabla 2. Tratamientos en el ensayo # 2 de eficiencia biológica del herbicida Kaiman PH 60 (Metsulfurón metil). IIGranos, 2013.

No	Tratamientos	Dosis		Momentos de aplicación
		Kg.i.a/ha	Kg.p.c/ ha	
1	Kaiman PH 60	**0.0060**	**0.010**	2-3 hojas
2	Kaiman PH 60	**0,0072**	**0.012**	2-3 hojas
3	Kaiman PH 60	**0,0090**	**0.015**	+ 4 hojas
4	Metsulfurón metil PH 60	**0,0090**	**0.015**	+ 4 hojas

RESULTADOS Y DISCUSION

ENSAYO #1

En la figura 1 se muestra la población de malezas de hojas anchas presente en las parcelas en las que se realizó el ensayo. Las evaluaciones fueron efectuadas antes de la aplicación de los herbicidas. Se puede notar que el número de plantas por metro cuadrado era bastante alto en todos los tratamientos.

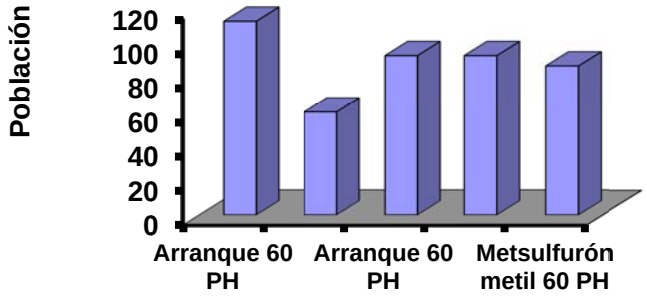


Figura 1. Población de malezas de hojas anchas en los tratamientos antes de la aplicación. IIGranos, 2013

En la figura 2 se muestran los resultados de las evaluaciones realizadas a los 10, 20 y 30 días después de realizadas las aplicaciones, tanto en los tratamientos de Arranque 60 PH como del testigo comercial Metsulfurón metil 60 PH. En la evaluación inicial, Arranque 60 PH tiene un efecto ligeramente inferior al testigo utilizado, aunque el porcentaje más bajo fue en el tratamiento 2 (0.012 kg pc/ha), donde se evaluó un 96 %. Estos tratamientos, en la segunda evaluación, realizada a los 20 días alcanzaron el 100 % de control de las malezas presentes, al igual que el tratamiento testigo.

De manera que se puede afirmar que Arranque 60 PH tiene una efectividad muy similar al testigo comercial metsulfurón metil 60 PH en relación con el control de malezas de hojas anchas. Es necesario destacar que en las evaluaciones a los 20 y 30 DDA no se apreciaron germinaciones de nuevas cohortes de maleza, probablemente debido a la combinación del efecto herbicida y la lámina de agua que se mantuvo durante todo el período del ensayo.

En las evaluaciones hechas no se observaron síntomas de daños en las plantas de arroz debido a los herbicidas, de manera que puede afirmarse que ambos formulados son selectivos al cultivo.

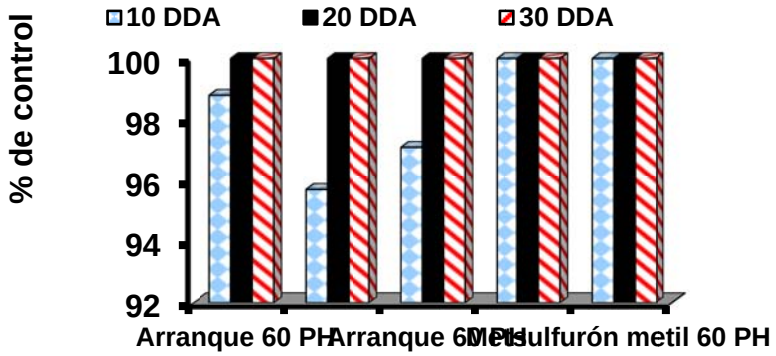


Figura 2. Resultados de las evaluaciones de control de malezas de hojas anchas en el ensayo con el herbicida Arranque 60 PH (IIGranos, 2013)

ENSAYO #2

Los resultados de las evaluaciones a los 10, 20 y 30 días después de las aplicaciones (DDA) demostraron la alta eficiencia del herbicida post emergente Kaiman PH 60 en el control de plantas arvenses de hojas anchas. A los 10 días de realizada la aplicación se observó en todos los tratamientos, incluido el testigo comercial que más del 70 % de las plantas presentes mostraban síntomas evidentes de daños. El efecto herbicida en las malezas fue cada vez más evidente y en la evaluación efectuada a los 20 DDA el porcentaje de control era superior en todos los tratamientos, en tanto a los 30 días casi el 100 % de las malezas de hojas anchas existentes en cada uno de los tratamientos y réplicas mostraban síntomas inequívocos de muerte (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de control de malezas de hojas anchas en el ensayo de evaluación del herbicida Kaiman PH 60 (IIGranos, 2013).

TRATAMIENTOS	A. Aplicac. (plantas / m^2)	% de Control			Fitotoxicidad 10 DDA
		10 DDA	20 DDA	30 DDA	
Kaiman PH 60	**73**	**77**	**93**	**99**	**1**
Kaiman PH 60	**57**	**74**	**91**	**98**	**1**
Kaiman PH 60	**72**	**83**	**97**	**100**	**1**
Metsulfurón metil PH 60	**78**	**79**	**94**	**100**	**1**

CONCLUSIONES

1. Los herbicidas Arranque PH 60 y Kaiman PH 60 mostraron una satisfactoria capacidad de supresión de malezas de hojas anchas, muy similar al testigo comercial, a las dosis de **0.010 – 0.015 kg p.c /ha (0.006 - 0.009 kg i.a/ha)** en aplicaciones post emergentes.
2. Los herbicidas evaluados no causaron daños fitotóxicos a las plantas de arroz, a las dosis aplicadas en el ensayo biológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo.2007. Classification of herbicides according to mode of action. Herbicide Resistance Action Committee. Weed Science Society of América.8 pp.
2. Anónimo (2006) Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. MINAGRI- 18-78.
3. Gomez, A. Kawanchai and A.A. Gómez (1994): Statistical procedures for agriculture research. Sec. Edition John Wiley and Songs 680 pp.

PRINCIPALES ARVENSES HOSPEDANTES DE ENFERMEDADES E INSECTOS PLAGA EN LAS ÁREAS CAÑERAS DEL CENTRAL AZUCARERO "30 DE NOVIEMBRE"

MAYOR HOST ARVENSES OF DISEASES AND INSECT PEST IN THE SUGARCANE PLANTATION OF "30 DE NOVIEMBRE" SUGAR MILL.

Alfonso, F.[1]*; Tuero, S.[1]; Pérez, M.E.[1]; Cardentey, C.[1]; Hernández, I.[2]; López, L.[2]*

[1]Grupo de Extensionismo y Servicios Agrícolas (GESA) Artemisa. francisco.alfonso@eticaart.azcuba.cu
[2]Empresa Azucarera Artemisa. leonel.lopez@eaart.azcuba.cu

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de conocer las principales especies de malezas asociadas a la caña de azúcar en las áreas de las 15 Unidades Productoras del central azucarero "30 de Noviembre", e identificar las potencialmente importantes como hospedantes de enfermedades transmisibles e insectos plaga para el cultivo. Para la ejecución del trabajo se analizaron los resultados de las encuestas conducidas por el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) durante los años 2014-2015. Para cada especie se calculó la frecuencia relativa de aparición en los campos, clasificándolas posteriormente, según el valor alcanzado, en tres categorías de propagación: Alta (□50%); Media (20-50%) y Baja (□20%). Se identificaron 17 especies de malezas, de ellas ocho especies son transmisoras de organismos patógenos, siendo *S. halepense*, *P. maximum* y *Rottboelliacochinchinensis* (Lour.) Clayton las más importantes. En tanto, entre las hospedantes de insectos plaga se consideraron como las de mayor riesgo *S. halepense* y *P. maximum*.
Palabras clave: Arvenses hospedantes, enfermedades transmisibles, insectos plaga, caña de azúcar, central azucarero "30 de Noviembre".

ABSTRACT

The present study was developed in order to know the principals weed species associated to the sugarcane cultivation in the 15 Cane Producers Units of the "30 de Noviembre" sugar mill, as well as to identify those potentially important as host of transmissible diseases and insect pest for the cultivation. For the execution of the work, results of weed surveys realized by the Integral Service of Weed Control during the years 2014-2015 were analized. For each species the relative frequency of appearance in the fields was calculated, classifying them later on, according to the reached value, in three propagation categories: High (□50%); Median (20-50%) and Low (□20%). 17 weeds species were reported, of which eight species are transmissive of pathogens, being *S. halepense*, *P. maximun* and *Rottboelliacochinchinensis* (Lour.) Clayton the most important. As long as, among the hosts of insect pest they were considered as of more risk *S. halepense, P. maximum.*
Key words: Host arvenses, transmissible diseases, insects pest, sugarcane,30 de Noviembre" sugar mill.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de producción de caña de azúcar inciden numerosos factores que es necesario chequear frecuentemente, pues cambios en su comportamiento pueden causar significativos daños en los rendimientos. La presencia de enyerbamientos pesados durante largos periodos en las plantaciones cañeras es considerada la segunda causa de reducción de los rendimientos agrícolas en Cuba; sin embargo, son pocos los productores que conocen la contribución de las malezas en la fitosanidad de dichas plantaciones.

Son numerosos los investigadores que han estudiado la diversidad de especies de malezas asociadas a la caña de azúcar y su impacto en los rendimientos en nuestro país (Hernández y col., 2015), aunque aún se consideran insuficientes los estudios relacionados con su participación como hospedantes de organismos patógenos causantes de enfermedades e insectos plaga potencialmente dañinas al cultivo.
Teniendo en cuenta lo antes señalado, se realizaron estudios con el propósito de visualizar las principales malezas incidiendo en las áreas plantadas con caña de azúcar en las unidades productoras delaUnidad Empresarial de Base (UEB) 30 de Noviembre y, de ellas, las hospedantes de enfermedades transmisibles e insectos plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los análisis se consultó la información contenida en la Base de Datos de las encuestas de malezas realizadasa los campos cultivados con caña de azúcar de todas las unidades productoras de la UEB durante los años 2014 y 2015.
En todos los casos, se calculó la frecuencia de aparición de cada especie mediante la fórmula:

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de campos muestreados en que se encontró la especie}}{\text{Número total de campos muestreados}} \text{ X } 100$$

En función de la frecuencia de aparición calculada, se determinó la propagación de las especies para cada unidad, estableciéndose las siguientes categorías: Alta(más del 50%), Media(entre 20 y 50%) y Baja (menos del 20%).
En el análisis de la participación de estas como transmisoras de organismos patógenos u hospedantes de insectos dañinos al cultivo principal, se tuvo en cuenta los resultados de la visualización fitosanitaria en relación a las principales enfermedades y plagas incidiendo en los escenarios estudiados, así como reportes de la literatura especializada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las áreas plantadas con caña de azúcar de las 15 unidades productoras encuestadas, 17especies fueron identificadas como malezas problema (Tabla I). Ocho especies fueron visualizadas en el 100% de las áreas monitoreadas y de ellas Don Carlos [*Sorghumhalepense*(L.) Pers.], Yerbaguinea[*Panicummaximum*(Jacq.), Paraná [*Brachiariamutica*(Forsk.) Stapf.], Pitilla villaclareña[*Dichanthiumannulatum* (Forsk.)] y Yerba fina [*Cynodondactylon*(*L.*)] son consideradas las más agresivas al presentar una propagación de Alta a Media en todos los campos muestreados.
Acorde a los resultados de las encuestas fitosanitarias realizadas, las enfermedades más importantes detectadas en las áreas cañeras de las unidades productoras son hoja amarilla (YLV), raquitismo de los retoños, escaldadura foliar, raya roja, pudrición del cogollo, carbón, roya parda, pudrición roja por *Fusarium*,pokkahboengy mancha de ojo, las que pueden ser transmitidas u hospedadas por varias de las malezas encontradas. En este aspecto, las de mayor importancia potencial, por el número de enfermedades que hospedan, son Don Carlos (8), Yerba guinea (5) y Zancaraña (5) (Tabla II).
Los resultados antes señalados están en correspondencia con los señalados por Chinea y col., 1999 y Rodríguez y col., 2014, quienes califican las especies mencionadas entre las de mayor riesgo por el número de organismos patógenos que pueden hospedar.
Entre las plagas que pueden hospedar, las de mayores impactos en las plantaciones de la UBPC se consideran el borer [(*Diatraeasaccharalis* (Fab.)], varias especies de *Leucania* [(*L. unipunta* (Haw.), L. cinereicollis (H. S.) y *L. latiuscula* (H. S.)], falso medidor de las hierbas (*Mocislatipes* (Guen.)] y chinche rosada de la caña de azúcar [(*Trionymussacchari*Cockerell)]. Entre otras plagas identificadas, algunas causan

daños de poca magnitud (Tabla 3); sin embargo, actúan como vectores de enfermedades virales (mosaico y hoja amarilla) que pueden producir severos daños, siendo los más importantes áfido de la caña de azúcar (*Melanaphissacchari*Zehntner), pulgón amarillo(*Sipha flava* Forbes), pulgón del maíz (*Rhopalosiphummaidis*Fitch.) y saltahojas antillano (*Saccharosydnesaccharivora*Westw.) (Tabla III).

Tabla I. Distribución de las principales malezas problema y categoría de propagación en las zonas estudiadas.

Nombre común	Nombre científico	Unidades productoras*														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bejuco aguinaldo	*Ipomoea trifida* (Kunth)	B**	B	B	-	M	B	B	-	B	-	-	-	-	-	-
Bejuco culebra	*Rhinchosia minima* (L.) DC	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-
Cebolleta	*Cyperus rotundus* (L.)	M	M	B	A	M	A	M		A	-	-	-	-	-	A
Don Carlos	*Sorghum halepense (L.) Pers.*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Frijol marrullero	*Vigna vexillata* (L.) A. Rich	M	B	M	B	M	B	B	M	M	B	B	B	M	M	B
Gambutera	*Brachiaria platyphyla* (Griseb.) Nash.	-	-	-	-	-	B	-	B	-	-	-	-	-	-	-
Malva de caballo	*Sida acuta* Burm. f.	B	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marabú	*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Am.	B	M	B	B	M	M	M	M	M	M	A	M	B	B	M
Metebravo	*Echinochloa colona* (L.) *Link*	-	M	M	M	M	M	-	-	B	-	B	-	-	-	-
Paraná	*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.	A	A	A	A	M	A	A	M	M	M	A	M	M	M	A
Pata de gallina	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	M	-	-	M	-	-	B	B	B	B	B	-	-	B	-
Pica Pica	*Mucuna pruriens* (L.) DC	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Pitilla villaclareña	*Dichanthium annulatum* (Forsk.)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Súrbana	*Brachiaria fasciculata* (Sw.) Blake	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-
Yerba guinea	*Panicum maximum (Jacq.)*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Yerba fina	*Cynodon dactylon (L.)*	A	A	M	M	M	A	A	A	A	M	A	A	A	M	A
Zancaraña	*Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton*	-	-	B	M	-	B	B	A	-	B	-	-	-	-	-

*1- UBPC El Novillo, 2-CPA José Martí, 3- UBPC José Martí, 4- UBPC Rafael Ferro, 5- UBPC La Paloma, 6- UBPC Sumalacara, 7- CPA Leopoldo Reyes, 8- CPA 14 de Junio, 9- CCS Irma Echevarría, 10- UBPC Jesús Menéndez, 11- CPA José Manuel Lazo, 12- CPA Capitán Tomás, 13- CCS José Reyes, 14- CCS Camilo Cienfuegos, 15- CCS José Manuel González.**A-Alta, M-Media, B-Baja.

Tabla II. Especies de mayor riesgo como transmisoras u hospedantes de enfermedades para la caña de azúcar en las zonas estudiadas.

Malezas	Enfermedades								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B. mutica	X	X	-	X	-	-	-	-	-
C. dactylon	X	X	X	-	-	-	-	-	-
C. rotundus	-	-	-	-	X	X	-	-	-
E. colona	X	X	-	-	-	-	-	-	-
E. indica	X	-	-	-	X	-	-	X	-
P. maximum	X	X	X	X	X	-		-	-
R. cochinchinensis	X	X	X	-	X	-	X	-	-
S. halepense	X	X	X	X	X	X		X	X

* 1-mosaico; 2- raquitismo de los retoños, 3- escaldadura foliar, 4- gomosis 5- raya roja, pudrición del cogollo, 6- pudrición roja o muermo rojo, 7- pokkahboeng, 8- Pudrición roja por *Fusarium*, 9- mancha de ojo.

Tabla III. Especies que constituyen mayor riesgo como hospedantes de plagas para la caña de azúcar en las zonas estudiadas.

Malezas	Plagas*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
C. dactylon	-	-	X	-	-	X	X	X
C. rotundus	X	-	-	-	-	X	-	-
E. colona	X	X	X	-	-	-	-	-
P.maximum	X	X	X	X	-	X	X	-
R. cochinchinensis	-	-	X	-	X	X	X	-
S. halepense	X	-	-	X	X	-	X	X

*1- borer; 2-*Leucania*spp., 3-*M. latipes*, 4- chinche rosada, 5-áfido de la caña de azúcar, 6-pulgón amarillo, 7- pulgón del maíz, 8-saltahojas antillano.

CONCLUSIONES

- Por el número de enfermedades que hospedan, ocho de las especies registradas son consideradas principales como transmisoras u hospedantes de enfermedades para la caña de azúcar, considerándose *S. halepense*(8), *P. maximum*(5)y*R.cochinchinensis*(5)las principales.

- Para las plagas, seis especies representan mayor riesgo como hospedantes; siendo *P.maximum*y *S.halepense* las más importantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chinea, A. Plantas hospedantes de enfermedades de la caña de azúcar. Memorias I Encuentro Nacional de Ciencia de Malezas. C. de La Habana, p. 74-75, 1999.

Hernández, O.; P. Bombino; D. Terry; Y. Pérez; E. Ojeda; J. González; R. Cruz; M. Tamayo y L. Santos. Incidencia de las principales arvenses que afectan al cultivo de la caña de azúcar en la Empresa Azucarera Ciego de Avila. Ponencias Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados, Diversificación 2015, La Habana, 5 pp., 2015.

Rodríguez, J. y col. 40 años de experiencia en el manejo de epifitias en los agroecosistemas cañeros de la empresa azucarera de la provincia de Holguín. Ponencias Conferencia Técnico-Productiva XXX Aniversario ETICA Oriente Sur, p. 275-289, 2014.

ALTERNATIVA PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Spathodea campanulata* Beauv. EN LA REGIÓN MONTAÑOSA GUAMUHAYA, CUBA

ALTERNATIVE FOR THE BIOLOGICAL CONTROL OF *Spathodea campanulata* Beauv. IN THE MOUNTAIN REGION OF GUAMHUAYA, CUBA

Díaz A.[1]; Suárez C.[1]; Herrera L.[2];Grillo H. [2]; Díaz D. [1]

1. Universidad de Sancti Spíritus
2. Universidad Central de Las Villas.

e-mail: alejandrodm@uniss.edu.cu

RESUMEN: El reporte de *Ceratocystis fimbriata* Hell. & Halst. Afectando la especie exótica invasora *Spathodea campanulata* Beauv. en Tope de Collantes, macizo montañoso de Guamuhaya, Cuba, conllevo a estudios posteriores con el fin de definir la ubicación taxonómica de esta posible nueva cepa especializada, así como demostrar su especificidad sobre *S. campanulata* como especie hospedante. Se analizaron y describieron aislados de los tejidos de plantas afectados. Inoculaciones artificiales del hongo fueron realizadas en *S. campanulata* y en otras especies de plantas de importancia económica y ecológica comunes en estos ecosistemas montañosos. Solo *S. campanulata* resultó afectada lo que sugiere que estamos en presencia de una nueva forma especial de este hongo. Se propone la clasificación del agente causal de la marchitez de *S. campanulata* en Cuba como *Ceratocystis fimbriata f. sp. spathodense.*
Palabras claves: hongos fitopatógenos, *Ceratocystis*, *Spathodea campanulata*, planta invasora.

ABSTRACT: The report of *Ceratocystis fimbriata* Hell & Halst. affecting the exotic invader plant *Spathodea campanulata* Beauv. at the locality of Topes de Collantes in the mountain region of Guamhuaya, Cuba, led to further studies to define the taxonomic position of this possible new specialized fungusspecies. *S. campanulata* and other economically important plant species commonly occurring in this mountainecosystem were artificially inoculated with the fungus. Only *S. campanulata* resulted infected suggesting thepresence of a new highly specialized isolate of *C. fimbriata*, and a new classification for this causal agentwas proposed: *Ceratocystis fimbriata f. sp. spathodense*.
Key words: phytopathogenic fungi; *Ceratocystis*; *Spathodea campanulata*, invasive plant.

INTRODUCCIÓN

Spathodea campanulata Beauv. de la familia *Bignoniaceae* esta reportada como una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (1). En Cuba, se reportó como especie ornamental escapada de cultivo (2), específicamente en el macizo montañoso Guamuhaya se encuentra muy difundida, formando rodales compactos con numerosos ejemplares de distintas edades y alta capacidad de producción y diseminación de semillas (3).

El hongo fitopatógeno *Ceratocystis fimbriata*, afecta una amplia variedad de plantas en el mundo (4); sin embargo, varios autores (5,6,7) plantean que este hongo presenta varias cepas especializadas que a veces se llaman "tipos", "formas" o "razas" y sostienen la hipótesis que cada una de estas cepas tiene un hospedante específico y al parecer distinta distribución geográfica. Amplias evidencias demuestran la especificidad de hospedantes de varias cepas de *C. fimbriata*, aunque el número y los límites no han sido determinados totalmente (4). En el caso específico de afectación a *S. campanulata,* sólo ha sido reportada en Cuba.

Se reportó *S. campanulata* como nueva planta hospedante de *C. fimbriata*, al encontrar y analizar algunos árboles muertos o en diferentes estados de decadencia en los numerosos rodales de esta especie que se desarrollan espontáneamente en la localidad de Tope de Collantes (8).

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado el trabajo tiene como objetivo:

- Describir los síntomas más perceptibles provocados por el agente fitopatógeno sobre *S. campanulata*.
- Aislar, identificar, y describir el agente causal de la marchitez en *S. campanulata*.

- Evaluar el rango de hospedantes en condiciones semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se desarrolló en los bosques naturales de la localidad de Tope de Collantes en el Macizo Montañoso Guamuhaya, en la zona central de Cuba. Los trabajos de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), perteneciente a la Universidad Central de Las Villas (UCLV) en Cuba y en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Iowa de los Estados Unidos de América (USA).

Se describieron los síntomas visuales de la enfermedad en el follaje y en los haces vasculares de los tallos afectados, a través de cortes transversales en los mismos.

Como fuente inicial para obtener aislados del agente causal, confirmar la identidad del agente patógeno y estudiar algunas de sus características morfológicas, fueron utilizados árboles de *S. campanulata* con síntomas de afectación que crecían en rodales de esta especie en Tope de Collantes. Se extrajeron pequeñas porciones de tejido afectado y enviados al laboratorio, donde se realizó el aislamiento, utilizando la técnica de la cámara húmeda (9). Se sembraron en tubos de ensayo con medios de cultivo PDA, incubados a una temperatura constante de 28 ^{0}C por siete días.

En la identificación del agente causal se utilizaron preparaciones microscópicas, tanto de las colonias que crecieron en medio de cultivo, como de aquellas estructuras que crecieron sobre la superficie de las porciones de tejidos, ubicados en placas de Petri y papel de filtro húmedo.

Se realizaron mediciones de las estructuras vegetativas y reproductoras del hongo y en particular las esporas de origen sexual y asexual. Como criterios comparativos para la identificación de los aislados del hongo fitopatógeno, se empleó la Monografía Clásica sobre Taxonomía del Género *Ceratocystis* (10); el compendio sobre *Ceratocystis fimbriata,* revisado y corregido en el año 2004 (4).

En las pruebas de especificidad para determinar el rango de plantas hospedantes, se utilizó como fuente de inoculo porciones de propágalos de *C. fimbriata* reproducido *In Vitro*. Para desarrollar estas pruebas se siguió el método de centrifugación filogenético (11).

En total se seleccionaron 20 individuos jóvenes, de cada una de las siguientes especies vegetales: *Sphatodea campanulata* Beauv. (Espatodea); J*acaranda coerulea* (L.) Griseb. (Abey macho); *Tabebuia sp.* (Roble blanco); *Tecoma stans* (L.) HBK (Sauco amarillo);*Crescentia cujete* L. (Güira); *Coffea arabica* L. (Café); *Mangifera indica* L. (Mango); *Citrus sinesis* (L.) Osbeck. (Naranja dulce);*Swietenia macrophylla* King. (Caoba hondureña); *Khaya anthotheca* (Welw.) C.D.C. (Caoba africana); *Taliparitis elatum*(Sw.) Frixell (Majagua); *Pinus caribaea* Moreletvar. *caribaea* (Pino macho) y *Persea americana* Mill. (Aguacate), además se inocularon cormelos de *Xanthosoma saggitifolium* Schott.y *Colocasia esculenta* (L.) Schott. (Malanga).

El método de inoculación utilizado consistió en perforar el tallo de cada una de las plantas a una altura de 10 cm del cuello de la raíz, mediante una barrena de 2 mm de diámetro, impregnada de propágulos del agente patógeno, contenido en la placa de Petri. La inoculación sólo se realizó a 10 plantas de cada especie, al resto se le realizó la perforación sin inocular el agente patógeno, constituyendo los testigos.

En los casos de *X. saggitifolium* y *C. esculenta* el inóculo fue introducido directamente en la base del pedúnculo de los cormelos completamente desarrollados.

A las plantas inoculadas se le realizaron evaluaciones sistemáticas, por un período de 120 días, con el fin de detectar cualquier síntoma de infección. Luego se realizaron cortes histológicos alrededor de la lesión producida durante la inoculación del hongo, los cuales se observaron por el microscopio óptico y en algunos casos se realizaron siembras de porciones de este tejido afectado en medio PDA para identificar el agente patógeno presente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los síntomas encontrados en las plantas afectadas consisten en una amarillez del follaje, necrosándose seguidamente, provocando una marchitez generalizada y su caída paulatina, quedando el árbol completamente desnudo y produciéndose su muerte irremisiblemente (Figura 1a).

En algunas partes del tallo se forman bandas longitudinales donde la corteza adopta un aspecto rugoso y deprimido, de color oscuro(Figura 1b), notándose la desecación de la misma, al levantar esta corteza se aprecian zonas de color oscuro y de forma irregular tanto en la corteza como en el leño del árbol, se pueden observar claramente las perforaciones provocadas por insectos de la familia *Scolytidae*.
En los cortes transversales practicados en las zonas afectadas del tallo delos árboles se observaron áreas de color negro azulado en sectores radiales o cuñas cuyo vértice está dirigido hacia la región de la médula, provocando un fuerte necrosamiento del sistema vascular de la planta(Figura 1c).

a) Follaje b) en el tronco c) Haces vasculares

Figura 1. Síntoma característico de la afectación en *S. campanulata* por *Ceratocystis fimbriata*

Al realizar observaciones sobre la superficie de los tejidos afectados que fueron colocados en placas de Petri con papel de filtro humedecido, se detectaron los cuerpos fructíferos del hongo consistente en gran cantidad de peritecas de color castaño oscuro o negro, con una base globosa y un cuello largo y delgado (Figura 2a). Las observaciones microscópicas mostraron gran cantidad de ascosporas emergiendo de las peritecas (Figura 2b), apreciándose su tipo característico en forma de sombrero lo cual indica, que se está en presencia de *Ceratocystis fimbriata* (10).
En los cultivos *In vitro*, dieron lugar primeramente a varias colonias con micelio de color blanco, de aspecto felposo y cierta cantidad de micelio aéreo, luego tomó una coloración negro oliváceo. Al ser observadas las preparaciones microscópicas de estas colonias, se apreció abundante micelio de color verde oscuro, gran número de conidioforos, con abundantes cadenas de endoconidias, se observaron algunas clamidosporas de paredes gruesas y de color más oscuro a las endoconidias (Figura 2c). Las estructuras observadas coinciden con las reportadas para el hongo fitopatógeno *Ceratocystis fimbriata* (4,8).

a) Peritecio (peritecas) b)Ascosporas en forma de sombrero c) Clamidosporas

Figura 2. Estructuras vegetativas y reproductivas del agente causal de la marchitez en *S. campanulata*.

Los estudios taxonómicos de los aislados del patógeno (Tabla 1), obtenidos de tejidos afectados de la especie *S. campanulata* en la localidad de Tope de Collantes, realizados en el Laboratorio de Fitopatología del CIAP de la UCLV y en la Universidad de Iowa (EUA), arrojaron como resultado que no existen diferencias morfológicas con otros aislados de *Ceratocystis fimbriata*.

Tabla I. Dimensiones de las estructuras de aislados de *C. fimbriata*, expresadas en micrones (µm)

Referencia	Peritecas (Largo x ancho)	Ascosporas (Largo x ancho)	Conidioforos (Largo)	Endoconidias (Largo x ancho)	Aleuroconidia (Largo x ancho)
12	140-220 x 900	4,5-8 x 2,5-5,5	180 µ largo	11-25 (15) x 4-4.5	9-18 x 8-13
4	130-200 x 800	4,5-8 x 2,5-5,5	-	11-16 x 4-5	9-16 x 6-13
13	110-250 x 440-770	5,0-7,5 x 3,5-5,0	55-120 µ largo	9-33 x 3-5	11-16 x 6,5-12,0
Aislado cubano, en este estudio	148-198 x 440	4-8 x 3-6	162 µ largo	13-26 (15,5) x 4 - 6 µ	13-18 x 10-12

Teniendo en cuenta estos resultados se considera que las diferencias podrían estar relacionadas con la fisiología de la patogénesis y esta cepa resultaría una nueva forma especial del hongo fitopatógeno, con un hospedante especifico (*S. campanulata*)

Como resultado de la prueba de especificidad se encontró que, exceptuando *S. campanulata*, ninguna de las plantas de las especies contempladas como posibles hospedantes de esta cepa de *C. fimbriata* presentó los síntomas característicos de afectación por el hongo, del mismo modo no se encontró crecimiento secundario del patógeno inoculado, asumiendo que en ninguno de los casos evaluados se presentó susceptibilidad al ataque.

En el caso de la especie *S. campanulata,* el 100% de las plantas inoculadas presentaron los síntomas característicos de la infección por *C. fimbriata*, se observaron amplias zonas de color pardo rojizo alrededor de las paredes del orificio realizado por el barreno, que se extendían por los vasos xilemáticos y la observación de los tejidos afectados reveló gran cantidad de hifas oscuras y gruesas creciendo entre los vasos del xilema y en los radios medulares. En los medios de cultivo creció invariablemente *C.fimbriata*, lo que denota alta susceptibilidad de esta especie vegetal al ataque del hongo.

Los resultados obtenidos en los estudios taxonómicos de la cepa *C. fimbriata*, encontrada afectando a *S. campanulata,* y las pruebas de especificidad con varios posibles hospedantes, indican que estamos en presencia de una nueva especialización de este hongo, que afecta específicamente a esta especie exótica invasora, proponiéndose la siguiente clasificación: ***Ceratocystis fimbriata f. sp. spathodense.***

Estos resultados presentan plena correspondencia con los reportes de varios investigadores, quienes plantean que *C. fimbriata* se compone de muchas poblaciones que poseen hospedantes específicos (5,6,7).

CONCLUSIONES

La capacidad de *C. fimbriata f. sp. spathodense* de afectar única y severamente a *S. campanulata*, sugieren la posibilidad de su uso como posible agente de control biológico (micoherbicida) en el manejo de esta peligrosa especie.

REFERENCIAS

1. UICN. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Convención de supervivencia de Especies. The Global Invasive Species Database. 2005. Disponible en: http://www.invasivespecies.net/database; http://www.issg.org/database (Acceso: mayo/15/2005).
2. Álvarez R. Estudio de la flora arvense, sus diásporas y agentes patógenos en las principales zonas cafetaleras de Cuba. [Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray. Universidad Central de las Villas. Cuba. 2000.
3. Díaz A, Herrera L, Grillo H, Álvarez R. *Spathodea campanulata* Beauv. Especie invasora en el macizo montañoso Guamuhaya. Ecología y distribución. Malezas: Taxonomía, alelopatía y manejo. Rev Protección Veg. 2004; 9(3):177.

4. CAB International. *Ceratocystis fimbriata*. (Original text prepared by TC Harrington & C. Baker), In Crop Protection Compendium 2004.Wallingford, UK: CAB International. Revised CD version). Disponible en: http://www.public.iastate.edu/tcharrin/CABI info.html.
5. Harrington TC. Host specialization and speciation in the American wilt pathogen *Ceratocystis fimbriata*. Fitopatología Brasileira. 2000; 25(Suppl.):262-263.
6. Baker CJ, Harrington TC, Krauss U, Alfenas A. Genetic variability and host specialization within the Latin American clade *Ceratocystis fimbriata*. Phytopathology. 2003; 93:1274-1284.
7. Johnson JA, Harrington TC, Engelbrecht CJB. Phylogeny and taxonomy of the North American clade of the *Ceratocystis fimbriata* complex. Mycologia .2005; 97:1067-1092.
8. Herrera L, Grillo H. *Spathodea campaulata* Beauv, nueva planta hospedante de *Ceratocystis fimbriata* Hell y Halst y *Xyleborus* spp. Revista Centro Agrícola. 1989; 2:91-93.
9. Herrera L, Mayea S (Eds.) Fitopatoloía general. Ed. Felix Varela. Ciudad de La Habana. Cuba. 1994.
10. Hunt J. Taxonomy of the genus *Ceratocystis*. Lloydia. 1956; 19(1):1-58. 12.CMI. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No.141.1967
11. Wapshere AJ. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. Ann Appl Boil. 1974; 77:201-211.
12. CMI. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 141. (1967).
13. Engelbrecht CJB, Harrington TC. Intersterility, morphology, taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* from sweet potato, cacao and sycamore. Mycologia. 2005; 9757-9769.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

INTERCEPCIÓN DE ROYAS BIOCONTORLADORAS DE MALEZAS EN ÁREAS AGRÍCOLAS DE LA DELEGACIÓN PROVINCIAL DE LA AGRICULTURA DE LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS

INTERCEPTION OF WEED BIOCONTORATOR RUST IN AGRICULTURAL AREAS OF THE PROVINCIAL DELEGATION OF AGRICULTURE OF THE PROVINCE OF CIENFUEGOS

Lorenzo ME[*(1)], Ortega I.
[*]Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.
esp.fungoresistencia@sanveg.cfg.minag.gob.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en áreas agrícolas en la Delegación Provincial de la Agricultura en la provincia de Cienfuegos en los cultivos de: frijol, boniato, yuca, plátano, mango, guayaba, un área de organoponico y una de plantas medicinales, en periodo poco lluvioso comprendido entre los meses de Septiembre de 2015 a Enero de 2016 y tuvo como objetivo realizar una intercepción de royas en malezas. Se utilizó la metodología de muestreos para el manejo de malezas, en todos los casos se hizo énfasis en las malezas que presentaban sintomatologia por royas. Se interceptaron 24 especies de malezas todas afectadas por roya dos clases botánicas representadas por Monocitledoneas y Dicotiledoneas, 11familias botánicas: Commelinácea, Poacae, Amaranthacea, Asteracea, Verbenacea, Euphorbiacea, Fabacea, Portulaccea, Oxalidacea, Nigtaginacea, Cucurbitacea, Acanthacea y Convulvulacea y se informan cinco géneros de royas en la microbiota fungosa estudiada como biocontroladoras de 21 especies de malezas en las aéreas agrícolas de la Delegación Provincial de la Agricultura en Cienfuegos.

Palabras claves: arvenses, microorganismos, controladores

SUMMARY

The research was carried out in agricultural areas in the Provincial Delegation of Agriculture in the province of Cienfuegos in the crops of: bean, sweet potato, cassava, banana, mango, guava, an organoponic area and a medicinal plant, in the rainy season From September 2015 to January 2016 and aimed to carry out an interception of rust in weeds. sampling methodology for weed management used in all cases is emphasized weeds had sintomatologia by rusts. 24 species of weeds all affected by rust two botanical classes represented by Monocitledoneas and Dicotiledoneas, botanical 11familias intersected: Commelinácea, Poacae, Amaranthacea, Asteracea, verbenacea, Euphorbiacea, Fabacea, Portulaccea, Oxalidacea, Nigtaginacea, cucurbit, Acanthacea and Convulvulacea and reported five genera of fungal rusts on microbiota studied as biocontrol of 21 species of weeds in agricultural air of the Provincial Delegation of Agriculture in Cienfuegos.

Keywords: arvens,microorganisms, controllers

INTRODUCCIÒN

El control biológico de las malezas ha sido poco estudiado a pesar de conocerse desde hace muchos años al igual que el empleo de fitopatógenos que pudiera ser incluido como una alternativa para el detrimento del crecimiento y reproducción de malezas en los cultivos, y el de mayor posibilidad de aplicación, señalando además que dentro de los hongos se encuentran las royas que causan un grupo grande de enfermedades a los cultivos (Velez, 1964).

El uso exitoso de patógenos vegetales para controlar malezas demuestra que este enfoque es factible. Desde este punto de vista, los patógenos vegetales se presentan como excelentes

agentes de control de malezas. Los patógenos vegetales efectivos podrían tener al menos tres ventajas sobre los herbicidas químicos estos pueden ser: que sean específicos para la maleza, no provoquen problemas de residualidad y ni toxicidad como los herbicidas en los suelos, ni en las aguas subterráneas(Wilson, 1969)

En lo relacionado con el control de malezas por especies de royas (Pardo, 1997) que en estudios de especies de royas biocontroladoras de malezas en el cultivo del café en Colombia encontró 47especies de royas controlando a 57 especies de malezas dentro del cultivo.

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos con respecto al estudio de los hongos biocontroladores de royas en malezas, el objetivo del presente trabajo está basado en realizar una intercepción de royas en arvenses en áreas agrícolas pertenecientes a la Delegación Provincial de la Agricultura de la provincia de Cienfuegos en periodo poco lluvioso.

MATERIALES Y MÈTODOS

El trabajo se realizó en áreas agrícolas de la Delegación Provincial de la Agricultura de la Provincia de Cienfuegos en el periodo poco lluvioso comprendido entre los meses de septiembre de 2015 a enero de 2016. Las áreas muestreadas estuvieron representadas por los cultivos de: mango, guayaba, plátano, yuca, frijol, boniato, áreas de organopónico y un área exterior de plantas medicinales.

Los muestreos se encaminaron a la búsqueda de malezas con sintomatología de roya. Se utilizó la metodología propuesta por Rodríguez et al.,(2014).Las muestras tomadas fueron envueltas en papel humedecido y analizadas en el Laboratorio de Micología perteneciente al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la Provincia de Cienfuegos, para ello se utilizó el microscopio - estereoscopio y las claves del CMI (Compendio de Identificación de Microorganismos,1986),Vilaró et al., (2006)

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

En los muestreos realizados a las aéreas agrícolas fueron observadas 24 especies de arvenses dos familias botánicas Commelinacea y Poaceae representadas por cuatro especies de arvenses en los cultivos: guayaba, frijol, boniato, plátano y yuca y dos clases Monocotiledóneas y Dicotiledóneas (Tabla I).

Tabla I. Clasificación de las arvenses monocotiledóneas interceptadas.

Clase	Familias	Arvenses	Nombre vulgar
Monocotiledoneas	*Conmelinaceae*	*Commelina difusa*Burm.	canutillo
	Commrlinaceae	*Commelina erecta* L.	canutillo
	Poaceae	*Echinochloacolonum* (L)	mete bravo
	Poaceae	*Sorghumhalepense* (L)	don carlos

La clase dicotiledóneas presentó una alta representatividad, al ser interceptadas 11 familias botánicas dentro de estas se encuentran:Amarantacea, Acantacea, Asteracea, Convolvulacea, Fabacea, Verbenacea, Nictaginacea, Portulacacea, Cucurbitacea, Solanacea, Oxalidacea y Euphorbiaceaey 21 especies de arvenses en áreas de los cultivos de: frijol, yuca, boniato, guayaba, plátano, mango, un área de organopónico y una de plantas medicinales.La familia Euphorbiacea presentó cuatro especies de arvenses

Sosa et al., (2014) refieren por estudios realizados en el territorio de Lajas, Cruces y Palmira que esta familia representó un segundo lugar en importancia al interceptar cuatro grupos de arvenses entre las que se encuentran coincidentemente: *E. hirta*, *E.berterina* y *E. heterophylla* todas pertenecientes al grupo de las lechosas.

Se interceptaron cinco géneros de hongos:*Uromyces*,*Pucinia*, *Albugo*,*Coleosporium* y *Ustilago* dentro de la clasificación basidiomiceto (royas),siendo el género *Uromyces*el demanifestó mayor frecuencia de aparición al presentarse como hospedero en 9 especies de arvenses:*Euphorbiaheterophylla, Euphorbiahirta, Euphorbiaberteriana, Echinocloacolonum, Commelina erecta, Commelina difusa*,*Melantheradeltiodea*,*Bidens pilosa* y*Macroptillumlatytyroides*var*semiercetus*(L) Urb., esta última se encontró como hospedero de *Uromycesappendiculatus*(Pers.) Unger causante de la roya del frijol enfermedad más importante y dañina para el cultivo por lo que la presencia de esta maleza representa un peligro potencial para las áreas donde se planta frijol no solo n áreas de cultivo de la delegación sino en cualquier lugar donde está este presente.

El estudio de fitopatógenos que afectan a las malezas es de extrema importancia al respecto (Pardo, 1998) refiere que por estudios relacionados con respecto al género *Puccinia*encontró 57especies en 150 malezas hospederas.

Al respecto López et al., (2005) obtuvieron resultados similares en estudios realizados sobre la detección de organismos patógenos en especies de arvenses en cuatro cultivares de cítricos en la provincia de Ciego de Ávila

La presencia de royas en las arvenses de las áreas agrícolas muestreadas puso de manifiesto su efecto biocontrolador al ser específica para cada una y llegar a alcanzar su total defoliación. Este efecto de las royas sobre las malezas puede ser utilizado en el manejo de control de malezas donde estén presentes las especies identificadas y en específico en las áreas estudiadas ya que este es un control natural donde no interviene la mano del hombre.

El género *Albugo blittii* (roya blanca) se hospedó en las malezas (bledo, tostón, cundeamor y portulaca), *Puccinia*spp (roya) interceptada como hospedera en (san diego cimarrón, oro azul, clavel chino, pega pollo, don carlosy verbena cimarrona),*Uromyces*spp (roya)(en las hierbas lechosas, canutillo, salta perico, romerillo, botón de plata, amor seco y maribari), *Coleosporium* (aguinaldo amarillo) y *Ustilago* (mete bravo), ninguna de las royas interceptadas resultó ser fitopatógena a los cultivos y áreas donde fueron interceptadas

CONCLUSIONES

- Se interceptaron 24 especies de malezas, dos clases botánicas, 11 familias botánicas y cinco géneros de royas.
- Se informan cinco géneros de royas en la microbiota fungosa estudiada como biocontroladoras de 21 especies de malezas en las aéreas agrícolas de la Delegación Provincial de la Agricultura en Cienfuegos.

REFERENCIAS

- Velez, R (1964). El problema de las malezas en el cultivo del café. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia 64pp.
- Wilson, L (1970). "Use of Plant Pathogens in Weed Control". En Annual Review o
- *Phytopathology* 7:411-434 (1969). El resumen en la revista PANS 16:482-487.

- Pardo,C (1997). Uso potencial de royas (fungi, uredinales) como biocontroladoras de malezas en el cultivo del café (*Coffea arábiga* L.). En Colombia; Victor Manuel Pardo Cardona; Universidad Nacional sede Medellín; septiembre

- Y.Rodriguez.; E.Paredes.; R. Oviedo y J.Gutierrez. (2014). Manejo de arvenses en cultivos agrícolas en Cuba. Multimedia. ISBN 978-959-7111-63-4

- Claves del CMI (1986).Compendio de Identificación de Microoganísmos.

- Camino Vilaró, M.; Mena Portales,J.; Minter,D,W.(2006). Hongos de Cuba.
- Pardo,C (1998).Registro nuevos para la flora de uredinales (royas) de Colombia. Revista Académica de Ciencias.Vol.XXII, No 84.Septiembre.
- Maria de los A. Felipe.; Gutiérrez. R.; López E.; Vermon. D.; Torres Y y González Caridad. (2005). Organismos patógenos en especies de arvenses de cuatro cultivares en la provincia de Ciego de Avila: *Fitosanidad* Vol.9 No.3 Septiembre

NEXO BIOLÓGICO PLANTAS ARVENSES-ENTOMOFAUNA BENÉFICA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES CUBANOS
BIOLOGICAL NEXUS WEEDS- BENEFICIAL ENTOMOFAUNA IN CUBAN SILVOPASTORAL SYSTEMS

Alonso, O.[1]*; Lezcano, J. C.[1] ; Suris, M.[2]
[1]Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH). * e-mail: osmel.alonso@ihatuey.cu
Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba
[2]Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Mayabeque, Cuba

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar las arvenses presentes en sistemas silvopastoriles (SSP) (asociaciones de leucaena más gramíneas), y su relación con los insectos benéficos. Para ello se muestrearon ocho SSP. La colecta de las arvenses se realizó al inicio y al final del experimento, mientras la de los insectos benéficos fue cada 15 días. Se encontraron 34 arvenses, y cinco se citan como hospedantes de insectos benéficos. Se recolectaron 78 especies insectiles beneficiosas. Se concluye que las cinco arvenses más representativas pudieron refugiar 27 controles biológicos, como varios coccinélidos biorreguladores de *Heteropsylla cubana*, un antocórido controlador de trips, y un ichneumónido y cálcidos que regulan a *Spodoptera frugiperda*. Lo que indica que se requiere determinar cuáles son las arvenses que conviene que estén presentes en los SSP, para así mantener el equilibrio biológico y alcanzar la sostenibilidad económica y ambiental en el tiempo de dichos agroecosistemas.

PALABRAS CLAVE: plantas hospedantes, insectos benéficos, asociaciones de pastos-árboles

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the weeds present in silvopastoral systems (SPS) (associations of leucaena plus grasses), and their relationship with beneficial insects. For such purpose eight SPSs were sampled. The collection of the weeds was done at the beginning and at the end of the experiment, while the beneficial insects were collected every 15 days. Thirty four weeds were found, from these five are cited as hosts of beneficial insects. Seventy eight beneficial insect species were collected. It is concluded that the five most representative weeds could shelter 27 biological controls, such as several coccinellids bioregulators of *Heteropsylla cubana*, an anthocorid controlling thrips, and an ichneumonide and calcites regulating *Spodoptera frugiperda*. This indicates that it is necessary to determine which are the weeds that should be present in the SPS in order to maintain the biological balance and achieve economic and environmental sustainability in the time in those agroecosystems.

KEY WORDS: host plants, beneficial insects, pasture-tree associations

INTRODUCCIÓN

Las especies arvenses tradicionalmente se han denominado malas hierbas porque compiten con el cultivo principal por los diferentes recursos, hasta el punto que pueden limitar su crecimiento y reducir su producción. Además, pueden actuar como hospedantes temporales de plagas y afectar negativamente la calidad de la cosecha. Mientras en el ámbito ganadero son consideradas como indicadores del manejo inadecuado del pastizal (Milera *et al.*, 2014). No obstante, tienen un papel importante en la red trófica de los agroecosistemas puesto que interaccionan directa o indirectamente con otros componentes del sistema y ofrecen un amplio espectro de funciones ecológicas y agronómicas como son la polinización y la regulación de plagas al servir de refugio a los agentes biológicos de control (Caballero-López *et al.*, 2012). En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar las arvenses presentes en sistemas silvopastoriles, compuestos por asociaciones de leucaena más gramíneas, y su relación con los insectos benéficos acorde con el manejo de dichos sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los SSP evaluados estuvieron compuestos por asociaciones de las cuatro variedades comerciales de la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, aprobadas en Cuba según MINAG (2016), y diferentes gramíneas, las cuales se relacionan a continuación: el 1, 2 y 3, tenían la variedad Perú de leucaena +

Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (hierba de guinea), la Cuninngham + *M. maximus* y la CNIA-250 + pastos naturales, respectivamente. El 4 tenía las mismas especies que el 2, mientras en el 5, se asociaron el cultivar Perú y *Digitaria decumbens* Stent. (pangola); en el 6, el Ipil Ipil más *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst. (pasto estrella); en el 7, la misma variedad de la leguminosa más pastos naturales, y en el 8 (doble propósito: ceba y producción de semillas, SSPDP) las mismas plantas que en el 1. Los SSP 1, 2, 3 y 8, estaban en la EEPFIH, el 4 en la Empresa Pecuaria (EP) Genética de Matanzas y el 5 en la EP José Martí, todos de la misma provincia matancera. El 6 en la EP Nazareno y el 7 en la EP Valle del Perú de Mayabeque.
El período experimental fue de un año. El muestreo de las especies arvenses se realizó al inicio y al final del mismo. Los insectos benéficos se agruparon según el criterio de Ruíz y Castro (2005) y la observación visual, y se colectaron cada 15 días, utilizando la red entomológica.
Los principales aspectos del manejo de los sistemas productivos que se tuvieron en cuenta fueron: la realización de la labor de defoliación en el período de escasez de alimento (forraje) para los animales, así como en la rotación de estos últimos teniendo en cuenta un tiempo de reposo de los cuartones, y además, que no se realizaron labores de fertilización inorgánica u orgánica, no se efectuó riego, ni se aplicaron plaguicidas químicos o biológicos.
Las arvenses y los insectos, fueron trasladados al laboratorio de Protección de Plantas de la EEPFIH, y al de taxonomía de insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas para su identificación a través de claves taxonómicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de los muestreos realizados se encontraron 34 especies de arvenses en 6 de las áreas evaluadas, pues tanto en el SSP-1 como en el 2, no se localizaron estas plantas. Las que más sobresalieron fueron: la dormidera *Mimosa pudica* L. (*Mimosaceae*) y la malva de cochino *Sida rhombifolia* L. (*Malvaceae*), presentes en cinco cuartones; el marabú, *Dychrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (*Fabaceae*) en cuatro; y el rabo de gato (nombre vulgar de estas dos plantas que siguen) *Setaria geniculata* (Lam.) Beauv. (*Poaceae*), *Achyranthes aspera* L. (*Amaranthaceae*) y el guayabo *Psidium guajava* Lin. (*Myrtaceae*), en tres; las cuales son típicas de los pastizales en el país según los informes del sector ganadero.
En cuanto a los insectos benéficos capturados se identificaron 78 especies (44 depredadores, 29 parasitoides y 5 polinizadores), pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera, Mantodea, Neuroptera, Dermaptera, Odonata y Thysanoptera.
Respecto a la relación plantas arvenses-insecto benéficos, esta pudo estar influenciada por el manejo que se le realizó a los sistemas productivos, lo cual es una respuesta esencialmente al cubrimiento del área por las especies pratenses y forrajeras (tabla I).

Tabla I. Cantidad de taxones encontrados de arvenses e insectos benéficos y porcentaje de área cubierta por los pastos herbáceos predominantes.

Sistema Productivo	Arvenses		% AC PHP♦	Insectos		
	No. Familias	No. Especies		No. Especies	Benéficos	De+Pa
SSP-1	0	0	72	80	33	28
SSP-2	1	1	80	33	16	14
SSP-3	2	4	47	40	16	14
SSP-4	4	10	77	61	29	27
SSP-5	6	9	81	45	19	19
SSP-6	11	21	55	50	21	18
SSP-7	10	17	61	40	14	11
SSPDP	0	0	78	75	33	26

% AC PHP: Porcentaje de área cubierta por el pasto herbáceo predominante; De+Pa: depredadores+parasitoides
♦ Indica al final del experimento

Se pudo comprobar que en los cuartones 6 y 7 donde hubo un menor porcentaje de AC PHP se encontró el mayor número de especies de arvenses, lo cual tuvo relación además con que en el primero no se realizó

correctamente la labor de poda según lo establecido, y en el segundo no se ejecutó la misma y los animales no rotaron adecuadamente por problemas con la cerca perimetral; destacándose a su vez un incremento de la presencia de benéficos, ya que las arvenses les sirven de refugio y/o alimentación (polen o néctar para los adultos) como plantean Altieri y Nicholls (2007). A diferencia del 3 donde el % AC PHP fue aún menor, pero debido a las inundaciones prolongadas antes y durante el período experimental, lo que en este caso provocó la aparición de otras plantas también pratenses (*Indigofera oxycarpa* Desv. (=*I. mucronata*), de la familia *Fabaceae*, por ejemplo) y no de arvenses.

En cuanto a la presencia del mayor número de especies de benéficos en los SSP 1, 8 y 4, donde hubo un adecuado porcentaje de AC PHP, esto tuvo relación con la condición de macollosa de la guinea que genera un mayor número de hábitat donde se refugian los insectos depredadores, parasitoides y polinizadores, entre otros beneficiosos (Alonso, 2009).

Otro aspecto de la relación plantas arvenses-insecto benéficos acorde con lo señalado por Altieri y Nicholls (2007), se enlaza a continuación en lo referente a la especie de arvense encontrada, algunos de los insectos benéficos que pudieran estar asociados y las plagas presentes en los SSP que pueden controlar (tabla II).

Tabla II. Algunas plantas arvenses que pueden servir de refugio o alimentación a determinados insectos benéficos hallados, y plagas que pueden controlar en los SSP muestreados.

Posibles especies arvenses hospedantes (Nombre vulgar) (Familia)	**Especie de insecto benéfico asociado (Orden: familia)**	**Posibles plagas capturadas que regula (Orden: familia)**
Parthenium hysterophorus L. (Escoba amarga) (*Asteraceae*)	*Bachyacantha decora* Casey[1] *Chilocorus cacti* Linnaeus[1] *Coccinella maculata* (De Geer)[1] *Cycloneda sanguinea limbifer* Casey[1]	*Heteropsylla cubana* Crawford (Hemiptera: Psyllidae) *Ascia monuste eubotea* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae) *Spodoptera* sp. *Diaphania hyalinata* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) Cicadélidos
	Diomus ochroderus (Mulsant)[1] *Diomus roseicollis* (Mulsant)[1] *Psyllobora* sp.[1] *Scymnus distinctus* Casey[1] (Coleoptera: Coccinelidae)	*H. cubana* *H. cubana*
	Apanteles sp.[3] (Hymenoptera: Braconidae)	
	Lasioglossum sp. (1)[2] *Lasioglossum* sp. (2)[2] (Hymenoptera: Halictidae)	
	Campsomeris trifasciata (Fab.)[3] (Hymenoptera: Scoliidae)	
	Zanysson armatus (Cresson)[1] (Hymenoptera: Sphecidae)	
	Pachodynerus nasidens (Latreille)[1] (Hymenoptera: Vespidae)	
Bidens pilosa L. (Romerillo) (*Asteraceae*)	*Orius pumilio* (Champion)[1] (Hemiptera: Anthocoridae)	*Frankliniella tritici* Fitch (Thysanoptera: Thripidae) *Podothrips* sp. (Thysanoptera: Phlaeothripidae)
P. hysterophorus *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small. (Lechera) (*Euphorbiaceae*) *Commelina diffusa* Burm. F. (Canutillo) (*Commelinaceae*) Asteráceas	*Apis melifera* L.[2] (Hymenoptera: Apidae)	-
C. hyssopifolia *C. diffusa* Asteráceas	*Exomalopsis pulchella* Cresson[2] (Hymenoptera: Apidae)	-

C. diffusa	*Rogas* sp.[3] (Hymenoptera: Braconidae)	
P. hysterophorus *C. hyssopifolia*	*Brachymeria flavipes* (Fab.)[3] *Brachymeria hammari* (Cresson)[3] *Brachymeria ovata* (Say)[3] *Brachymeria incerta* (Cresson)[3] (Hymenoptera: Chalcididae)	Pupas de: *Apotomorpha rotundipennis* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae)
	Enicospilus purgatus (Say)[3] (Hymenoptera: Ichneumonidae)	Larvas de: *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)
P. hysterophorus *C. hyssopifolia* Asteráceas	*Conura feromata* (Fabricius)[3] *Conura* sp. (1)[3] *Conura* sp. (2)[3] *Conura* sp. (3)[3] (Hymenoptera: Chalcididae)	*S. frugiperda* *S. frugiperda* *S. frugiperda*

[1] Depredadores; [2] Polinizadores; [3] Parasitoides
Fuente: Bruner *et al.* (1975); Vélez (1985); Fernández *et al.* (2001); Valenciaga (2003); Martínez *et al.* (2007); Milán *et al.* (2008); Vázquez *et al.* (2008); Alonso (2009)

Los resultados descritos indican que es necesario dilucidar lo referente al complejo arvense-cultivos-insectos en los diferentes agroecosistemas con énfasis en los ganaderos donde dichas plantas son consideradas como indicadores de mal manejo. Pues como plantean Blanco y Leyva (2009) cuando estudiaron las arvenses y su entomofauna asociada en el cultivo del maíz posterior al período de competencia, estas son de gran importancia para la agroecología, ya que con esa respuesta se pudiera conocer mejor por qué un agente nocivo considerado como dañino, no alcanza esa condición desde el punto de vista económico.

CONCLUSIONES

Se encontraron cinco arvenses (*P. hysterophorus*, *B. pilosa*, *C. hyssopifolia*, *C. diffusa* y otras Asteráceas, las cuales representan el 15 % del total) que son consideradas como posibles hospedantes de 27 de los controles biológicos (entomófagos) que se capturaron (11 depredadores, 12 parasitoides y 4 polinizadores). Entre los que sobresalen en el primer grupo los coccinélidos *C. cacti*, *C. maculata*, *C. sanguinea limbifer*, *D. ochroderus* y *D. roseicollis* como biorreguladores de *H. cubana* y el antocórido *O. pumilio* controlador de *F. tritici* y *Podothrips* sp.; en el segundo el ichneumónido *E. purgatus* y los cálcidos *Conura* spp. que regulan a *S. frugiperda*; y en el tercero la abeja *A. melifera*. Lo que permitió deducir que se requiere determinar cuáles son las especies de arvenses que conviene que estén presentes en los SSP acorde con la diversidad de especies vegetales que los forman, el área que cubren los pastos predominantes (mejorados, fundamentalmente) y el manejo de estos sistemas productivos; para así propiciar la regulación de las principales plagas asociadas y mantener el equilibrio biológico (sin brotes masivos de agentes dañinos) como ocurrió en los cuartones evaluados, con vista a alcanzar la sostenibilidad económica y ambiental en el tiempo de dichos agroecosistemas.

REFERENCIAS

1. Milera, Milagros de la C.; López, O. y Alonso, O. Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 2014, 37 (4):382-391. ISSN 2078-8452
2. Caballero-López, B., Blanco-Moreno, J.M., Pérez-Hidalgo, N., Michelena-Saval, J.M., Pujade-Villar, J., Sans, F.X. Weeds, aphids, and specialist parasitoids and predators benefit differently from organic and conventional cropping of winter cereals. *Journal of Pest Science.* 2012, 85(1):81-88. ISSN: 1612-4766
3. Altieri, M. A. y Nicholls, Clara Inés. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas agroecológicas No. 2. Icaria Editorial. Barcelona. 245 p. 2007. ISBN: 978-84-7426-764-8
4. Alonso, O. Entomofauna en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit asociada con gramíneas pratenses: Caracterización de la comunidad insectil en leucaena-*Panicum maximum* Jacq. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. 2009. 100 p.
5. Vázquez, L. L.; Matienzo, Y.; Veitía, Marlene M. y Alfonso, Janet. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. CIDISAV-INISAV. Ciudad de La Habana, Cuba. 2008. 202 p.

MALEZAS HOSPEDANTES DE PLAGAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS FRUTÍCOLAS
HOST WEEDS OF PLAGUES IN IN FRUIT GROWING PRODUCTIVE SYSTEMS

Castellón, V*.; Estévez, I.; García, M. Fajardo, D.; Rosabal, R.; Fonseca, R.; Rodríguez, J.; Hernández, D. ; Fortes, H.

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. IIFT. Ave. 7ma No. 3005 entre 30 y 32. Playa. La Habana. Cuba. *e-mail: vcastellon@uij.edu.cu.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en zonas establecidas en Ceiba del Agua, Isla de la Juventud y Contramaestre, Cuba, con el objetivo de determinar las malezas hospedantes de plagas asociadas a estas plantaciones. Se empleó la metodología del registro de malezas, para identificar y cuantificar las arvenses y la presencia de plagas, se calculó la distribución de las malezas y la frecuencia de aparición de las plagas. Las especies *Rottboellia exaltata* L.f., *Mimosa pudica* L., *Portulaca oleraceae* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eleusine indica* L. Gaerth, *Chencrus echinatus* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Sida acuta* Burm, *Paspalum frimbriatun* B.B.K. y *Paspalum notatum* Flugge, se consideraron con mayor distribución y como hospedantes más frecuentes de artrópodos a *Commelina erecta* L., *Borreria laevis* (Lam.) Griseb, *Sida acuta* Burm, *Amaranthus spinosus* L., *Sida rhombifolia* L. y *Emilia sonchífolia* L. Los artrópodos más distribuidos resultaron los trips, los áfidos y las moscas blancas.
Palabras clave: hospedantes, malezas, plagas.

ABSTRACT

The investigation was developed in areas settled down in Ceiba del Agua, Isla de la Juventud and Contramaestre, Cuba, with the objective of determining the host weeds of plagues associated to these plantations. The methodology of the registration of overgrowths was used, to identify and to quantify the weeds and the presence of plagues, it was calculated the distribution of the overgrowths and the frequency of appearance of the plagues. The species *Rottboellia exaltata* L.f., *Mimosa pudica* L., *Portulaca oleraceae* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Eleusine indica* L. Gaerth, *Chencrus echinatus* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Sida acuta* Burm, *Paspalum frimbriatun* B.B.K. and *Paspalum notatum* Flugge, was considered with more distribution and I eat more frequent the host weeds of arthropods to *Commelina erecta* L., *Borreria laevis* (Lam.) Griseb, *Sida acuta* Burm, *Amaranthus spinosus* L., *Sida rhombifolia* L. y *Emilia sonchífolia* L. The distributed arthropods were the trips, the aphids and the white flies.
Key words: host weeds, plagues, weeds.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los sistemas productivos de frutales implica tomar decisiones basadas en conocimientos biológicos y económicos para poder predecir los cambios que se producirán en las comunidades al modificar el manejo agrícola, por ello la información detallada sobre la incidencia de las malezas y su capacidad como hospederas resulta imprescindible, lo que constituye el objetivo de la presente investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron en plantaciones de mango (*Mangifera indica* L), cultivar Super Haden, en condiciones de secano, con un marco de plantación de 6x8 metros, establecidas en Ceiba del Agua, Isla de la Juventud y Contramaestre, Cuba. Los muestreos se realizaron siguiendo la metodología del registro de

malezas (INISAV, 1982) y la identificación de malezas se realizó según el Manual de Malezas de la Caña de Azúcar (Rodríguez *et al*., 1985), la web Algunas malezas de Costa Rica y Mesoamérica (IFAS, 2011) y la experiencia personal. Las especies plagas se enviaron a los Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal de las zonas escogidas para esta investigación. Con los datos obtenidos se calculó la distribución de las malezas y la frecuencia de aparición de las especies plagas (Norton, 1978; INISAV, 1982), según las fórmulas siguientes:

Frecuencia relativa: F (%) =(A / B) x 100, donde A: número de muestras donde aparece la especie; B: número total de muestras tomadas.

Frecuencia de aparición de plagas: Número de muestras que contiene una especie X 100
Número de muestras analizadas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de la cenosis de malezas estuvo conformada por 70 especies, distribuidas en 16 familias botánicas, con predominio de Poaceae y Asteraceae.

Las especies de hoja fina (Poaceae), representaron el 38,6 % del total de las malezas detectadas en las plantaciones evaluadas y que alcanzaron altos valores de frecuencia relativa (Tabla I), lo que coincide con las evaluaciones realizadas por Castellón y Estévez (2016). Estos resultados son importantes si se tiene en cuenta que la estrategia más empleada para el manejo de estas especies se basa en aplicaciones de herbicidas, fundamentalmente Glyphosathe, en el hilo y en la calle (control mecanizado).

Este manejo puede influir en la posible aparición de malezas que presenten tolerancia a dosis que con anterioridad las controlaban y que se pueden convertir en resistentes, como las especies *Eleusine indica* L. Gaerth y *Dichanthium annulatum* (Forsk.), reportadas por Otero *et al.* (2013), por presentar resistencia a este herbicida y que se encontraron en altos valores en las plantaciones evaluadas.

Tabla I. Arvenses de mayor distribución en los sistemas productivos frutícolas de Ceiba del Agua, Isla de la Juventud y Contramaestre.

Malezas	Ceiba del Agua	Isla de la Juventud	Contramaestre
Rottboellia exaltata L.f.	72,5		
Mimosa pudica L.		72,5	
Portulaca oleraceae L.		71,2	
Cynodon dactylon (L.) Pers		93,4	
Eleusine indica L. Gaerth		59,9	
Chencrus echinatus L.		76,4	
Euphorbia heterophylla L.		69,7	
Sida acuta Burm			60,00
Paspalum frimbriatun B.B.K.			70,00
Paspalum notatum Flugge.			67,50

De las malezas evaluadas se mostraron como huésped de la mayor cantidad y diversidad de plagas *Commelina erecta* L., *Borreria laevis* (Lam.) Griseb, *Sida acuta* Burm, *Amaranthus spinosus* L., *Sida rhombifolia* L. y *Emilia sonchífolia* L (Figuras 1y 2).

De las poblaciones de plagas observadas, se contabilizaron 840 individuos, agrupados en 10 especies, destacándose con una mayor frecuencia los trips, los áfidos y las moscas blancas (Figura 3).

Las especies de trips se detectaron mayoritariamente en malezas de la familia Asteraceae, resultados de importancia si se tiene en cuenta que son consideradas como transmisoras de Tospovirus, y pueden causar severas pérdidas de rendimiento en varios cultivos de importancia económica en todo el mundo (Riley *et al*., 2011; Bernal, 2014).

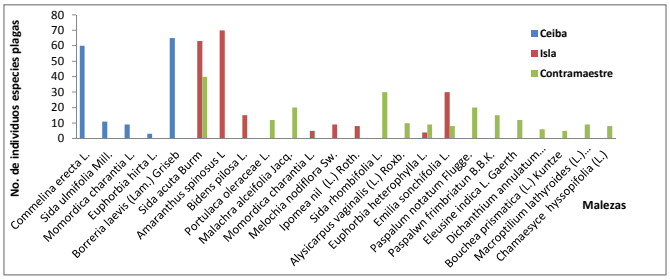


Fig. 1. Individuos de especies plagas presentes en malezas en plantaciones frutícolas.

A

B

Fig. 2. *Amaranthus spinosus* L. (A) y *Sida acuta* Burm (B) malezas hospederas de especies plagas.

Por su parte autores como Muñoz *et al*. (2014) reportaron a las malezas de los géneros *Amarantus*, *Bidens*, *Mimosa*, *Malva*, *Sida*, *Euphorbia y Sorghum* como hospedantes de *Aphi scraccivora*, resultados que concuerdan con los obtenidos en las evaluaciones realizadas.

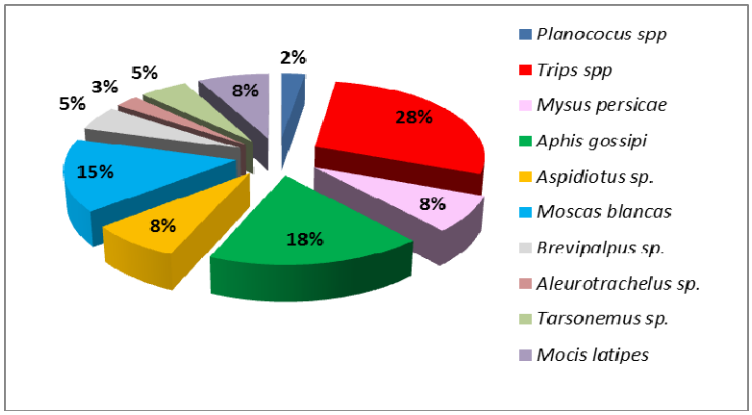


Fig. 3. Frecuencia de aparición de plagas presentes en malezas en plantaciones frutícolas.

Los resultados obtenidos relacionados con artropofauna asociada a las malezas, constituyen un elemento de gran importancia para el manejo de los sistemas de producción de frutales, si se tiene en cuenta, que las especies reportadas como plagas ocasionan pérdidas económicas de envergadura.

CONCLUSIONES

- La composición de la cenosis de malezas estuvo conformada por 70 especies, distribuidas en 16 familias botánicas, con predominio de Poaceae y Asteraceae.
- Las especies *Commelina erecta* L., *Borreria laevis* (Lam.) Griseb, *Sida acuta* Burm, *Amaranthus spinosus* L., *Sida rhombifolia* L. y *Emilia sonchífolia* se mostraron como huésped de la mayor cantidad y diversidad de plagas.
- Los trips, los áfidos y las moscas blancas se presentaron como lo de mayor frecuencia de aparición.

REFERENCIAS

1. INISAV. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Metodología de Registro de malezas, 1982.
2. Rodríguez *et al*. Manual de malezas de la caña de azúcar en Cuba, 1985,128 pp.
3. IFAS. Catálogo de terrestres, parásitas y acuáticas. University of Florida.2011. Recuperado marzo de 2012 de: http://internatinal-extension.ifas.ufl.edu
4. Castellón, Estévez, Vivian y Estévez, García, Ileana. Distribución de malezas en plantaciones de guayaba (*Psidium guajaba* L.) y mango (*Mangifera indica* L.) en la Isla de la Juventud. *Citrifrut*, 2016, Vol. 33, No.1.
5. Otero, Lilian *et al.* Primeros resultados sobre especies resistentes a Glyphosathe en agroecosistemas citrícolas en Cuba. Manejo y control de malezas en Latinoamérica, 2013, p. 885-889.
6. Riley, D. G; V. Shimat; J. R. Srinivasan y S. Diffie. Thrips Vectors of Tospoviruses. *J. Integ. Pest Mngmt*., 2011, Vol.1, No. 2, pp:1-10.
7. Bernal, J.A. Diversidad de especies de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos y malezas en Panamá. *Tecnociencia*, 2014, Vol. 16, No.2, pp: 9-31.
8. Muñoz, A et al. *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae) y sus plantas hospedantes en México. *Entomología Mexicana*, 2014. Vol.1 pp: 1063– 1067.

MALEZAS HOSPEDERAS DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DEL FRIJOL EN LA CAMPAÑA DE FRÍO 2015-2016 EN EL MUNICIPIO DE GIBARA PROVINCIA HOLGUÍN

WEEDSES INNKEEPERS OF PLAGUES And ILLNESSES IN THE CULTIVATION OF THE BEAN IN COLD 2015-2016's CAMPAIGN AT GIBARA's MUNICIPALITY PORVINCIA HOLGUÍN

Autores: Yaime Batista Riva*, Roger Texidó Calderón**
LAPROSAV Holguin
***esp-herbologia@sanve.hlg.minag.cu**
****esp-pplantas2@sanve.hlg.minag.cu**

RESUMEN

En la provincia de Holguín, la producción del Frijol común constituye una necesidad debido a su alto nivel nutricional y al hábito de consumo. Las malezas en sentido general compiten con todos los cultivos por agua, luz, nutrientes, son hospederos y portadoras de un sin número de organismos nocivos al cultivo e interfieren en la cosecha. Con el objetivo de conocer los organismos que hospedan y que al mismo tiempo afectan el buen desarrollo y constituyen plagas, se tomaron muestras en fincas y campos en el Municipio de Gibara en la campaña 2015-2016 para su identificación en el Laboratorio de Sanidad Vegetal Provincial. Como resultado se identificaron como malezas a *Sida acuta* Burm (Malva de caballo) (Virus del mosaico dorado. *Thrips palmi*, *Bemisia tabaci);* en *Cleome viscosa* (Uña de gato) (Virus del mosaico dorado, *Bemisia tabaci); en Euphorbia heterophylla* L (Lechosa) Virus del mosaico dorado, *Bemisia tabaci); en Melanthera deltoidea* L (Botón de chaleco) (*Bemisia tabaci); en Amaranthus sp.* (Bledo) (*Thrips palmi*, Spodoptera sp., Virus del mosaico dorado); en *Sorghum halepense* (Don Carlos) (*Bemisia tabaci*, Spodoptera sp*);* en *Parthenium hysterophorus* L (Escoba amarga) (*Thrips palmi*, *Bemisia tabaci); en Xanthium strumarium* L (Guizazo de caballo) *Bemisia tabaci* y *Thrips palmi*

Palabras clave: Plagas, malezas, frijol.

INTRODUCCIÓN

En el grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es una de las más importantes debido a su distribución en los cinco continentes, por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia.

Entre los granos básicos, el fríjol ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada, como por la cantidad que consume la población.

El cultivo del frijol constituye en nuestro país una elemental necesidad, debido a su alto nivel nutricional y al arraigado hábito de consumo en la dieta del cubano.

La Provincia Holguín es una de las regiones frijoleras más importantes de Cuba, se cultiva en áreas estatales y la mayor parte en áreas del sector campesino.

El daño que causan las malezas en el cultivo de fríjol es significativo, pues además de competir por luz, nutrientes y agua, ocasionan otros problemas como hospederos de plagas y enfermedades, que provocan serios problemas al cultivo, interfieren en las labores de cosecha y afectan la producción y calidad del grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las plagas son factores limitantes de la producción de fríjol ya que pueden atacar todos los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción, causando daños directamente y/o en asociación con agentes patógenos.
Para el desarrollo del trabajo se tuvo en cuenta:

1. Toma de muestra en campo y envío al laboratorio.
2. Identificación de las malezas.
3. Identificación de los organismos nocivos hospedantes.

1. Toma de muestra en campo y envío al laboratorio.

Se tomaron y enviaron al laboratorio de Sanidad Vegetal 40 muestras de malezas y de las 8 malezas hospederas predominantes (5 por cada especie) se diagnosticaron 17 organismos nocivos distribuidos: 13 en Entomología y 4 en Virología.

2. Identificación de las malezas.

De las 40 muestras enviadas al laboratorio de Sanidad Vegetal se identificaron un total de 8 especies de malezas predominantes hospedantes, las que relaciono a continuación: *Sida acuta* Burm (Malva de caballo), *Cleome viscosa* (Uña de gato), *Euphorbia heterophylla* L (Lechosa), *Melanthera deltoidea* L (Botón de chaleco), *Amaranthus sp.* (Bledo), *Parthenium hysterophorus* L (Escoba amarga), *Xanthium strumarium* L (Guizazo de caballo) *Sorghum halepense* (Don Carlos)

3. Identificación de los organismos nocivos hospedantes.

En las muestras de malezas enviadas al Laboratorio de Sanidad Vegetal se identificaron en: ***Sida acuta*** Burm (Malva de caballo) 3 organismos nocivos (Virus del mosaico dorado. *Thrips palmi*, *Bemisia tabaci);* en ***Cleome viscosa*** (Uña de gato) 2 organismos nocivos (Virus del mosaico dorado, *Bemisia tabaci); en* ***Euphorbia heterophylla*** L (Lechosa) 2 organismos nocivos Virus del mosaico dorado, *Bemisia tabaci); en* ***Melanthera deltoidea*** L (Botón de chaleco) 1 organismo nocivo (*Bemisia tabaci); en* ***Amaranthus sp***. (Bledo) 3 organismos nocivos (*Thrips palmi*, Spodoptera sp., Virus del mosaico dorado); en ***Sorghum halepense*** (Don Carlos) 2 organismos nocivos (*Bemisia tabaci*, Spodoptera sp*);* en ***Parthenium hysterophorus*** L (Escoba amarga) 2 organismos nocivos (*Thrips palmi*, *Bemisia tabaci); en* ***Xanthium strumarium*** L (Guizazo de caballo) 2 organismos nocivos (*Bemisia tabaci* y *Thrips palmi*)

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La siembra se enmarco entre los meses de Octubre y Noviembre, siendo la preparación de suelo una problemática en algunos lugares por no contar con la tecnología establecida. La falta de humedad en un grupo de lugares afecto la germinación y el buen desarrollo del cultivo, de la misma forma el incremento de algunos organismos nocivos ente los que se incluyen mosca blanca Thrips y virus todo lo cual está corroborado por las muestras tomadas de especies de malezas y el diagnostico del laboratorio.

Después del análisis de los resultados del diagnostico pudimos comprender que existen algunas especies de malezas que son hospederas de varias plagas patógenas del cultivo y de esta forma tomar las medidas pertinentes para contrarrestar los posibles daños al mismo.

CONCLUSIONES

Se ha podido determinar 8 especies de malezas que afectan al cultivo según etapa fenológica y además 17 organismos nocivos hospedantes, que están en dichas malezas, repitiéndose los virus en 4 malezas, los Thrips en 4 malezas, la Bemisia en 7 malezas y la Spodoptera en 2 malezas lo que nos permite trabajar en función de su control, todo lo cual se revierte en la producción.

Trabajar de acuerdo a lo antes expuesto por utilizar eficazmente el manejo de las malezas y de los organismos nocivos hospedantes en las mismas para resolver la problemática de plagas en este cultivo.

Las malezas nunca dejaran de afectar nuestras cosechas, pero depende de nosotros que las afectaciones sean menos significativas.

REFERENCIAS

1- (Internet) Lección 9. Malezas, plagas y enfermedades del cultivo del fríjol y su control.
2- Capítulo 1. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas (Depósito de documentos de la FAO Internet)
3- Periodo crítico de competencia y umbrales de daños y económico de malezas E. Paredes Rodríguez Curso Tendencias manejo de plagas (Umbrales)
4- Guía técnica para el cultivo del frijol. En los municipios de Santa Lucia, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua (IICA-RED SICTA-COSUDE Proyecto: Innovaciones para mejorar la competitividad de la cadena Agroindustrial de granos y semillas de frijol de los socios de ASOPROL)

LA MADURACION QUIMICA DE LA CAÑA DE AZUCAR EN TUCUMAN, ARGENTINA

SUGARCANE CHEMICAL RIPENING IN TUCUMAN, ARGENTINA

Romero, E.R.; Leggio Neme, M.F.; Digonzelli, P. A.; Fernández de Ullivarri, J.; Giardina, J. A.; Tonatto, M. J. y Sánchez Ducca, A.

Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. William Cross 3150, Las Talitas, Tucumán, Argentina (4101). erromero@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Este trabajo es una revisión de los estudios realizados por la EEAOC desde 1994. Los mismos permitieron difundir comercialmente la maduración química de los cañaverales en Tucumán, Argentina, que actualmente se utiliza en más de 100.000 ha/año. Entre los maduradores de mayor uso a escala comercial se destacan el glifosato, el fluazifop-p butil y el cletodim. Sin embargo se evaluaron y evalúan numerosos herbicidas, reguladores del crecimiento y nutrientes foliares, muchos de los cuales se desecharon y otros, con interesantes respuestas, no se incorporaron al manejo comercial por diversas causas. Además, se logró evidenciar que la eficiencia agronómica de la aplicación de un madurante depende significativamente de las condiciones térmicas postaplicación, explicando este factor en gran medida la variabilidad registrada en las respuestas entre épocas y entre años de aplicación.
PALABRAS CLAVE: maduradores químicos, reguladores de crecimiento, nutrientes foliares, factores ambientales

ABSTRACT

This work is a review of studies carried out by the EEAOC since 1994. They allowed commercial dissemination of sugarcane chemical ripening technology in Tucumán (Argentina), which is currently used in over 100,000 ha / year. Glyphosate, fluazifop-butyl and clethodym are the most commonly used ripeners on a commercial scale. However, many herbicides, growth regulators and foliar nutrients were evaluated and discarded. Others, with a good performance, were not incorporated into commercial management for various reasons. In addition, it was possible to demonstrate that the agronomic efficiency of the application of a ripening agent depends significantly on the thermal conditions after the treatment. This factor explained, to a great extent, the variability registered in responses between seasons and between years of treatment.
KEY WORDS: chemical ripening, growth regulators, foliar nutrients, environmental factors.

INTRODUCCIÓN

La producción de caña de azúcar en la Argentina ocupa unas 390.000 ha y procesa anualmente alrededor de 18 millones de toneladas de caña a partir del funcionamiento de 23 fábricas, distribuidas en 3 regiones productoras (Salta y Jujuy; Tucumán y el Litoral). Tucumán, la región más importante, produce anualmente más de un millón de toneladas de azúcar (entre el 60 y 65% del total de Argentina) a partir de unas 275.000 hectáreas y de 15 ingenios. Su área cañera ocupa una franja de ancho más o menos uniforme, ubicada a lo largo del lado este de las laderas montañosas (26°32' y 27°46' de latitud Sur y entre los meridianos de 64°47' y 65°54' de longitud Oeste). Es una región subtropical con características térmicas que establecen un período de crecimiento entre 7-9 meses y con registros pluviométricos que varían entre 700-1500 mm anuales aumentando de este a oeste, concentrándose el 60% de las lluvias en el verano. Para la maduración (abril-junio), las condiciones ambientales no resultan óptimas (baja amplitud térmica, baja heliofanía y alta

humedad ambiente y edáfica), y presentan una elevada variabilidad entre años. Además, la probabilidad de heladas de intensidad moderada a severa es elevada, especialmente durante junio y julio (Romero *et al.*, 2001).

La zafra se inicia frecuentemente entre fines de mayo e inicio de junio, para finalizar entre fines de octubre y mediados de noviembre, con una duración media de 150-170 días, con marcadas variaciones entre años. A esto se suma una mayor concentración de la molienda en julio, agosto y setiembre, lo que con frecuencia provoca la extensión excesiva de la cosecha. Sin dudas, anticipar la fecha de arranque de la cosecha adquiere significación al minimizar los efectos negativos de las heladas, disminuir las pérdidas de azúcar asociadas a la demora de la cosecha y evitar los efectos negativos del corte tardío de los cañaverales.

La maduración química es una tecnología de gran importancia para mejorar el nivel sacarino y la calidad global de la materia prima en cosecha. En Tucumán, su manejo fue ajustado y difundido por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), constituyendo la única estrategia precosecha capaz de asegurar mejoras significativas en la recuperación de azúcar en el inicio de zafra, sumando importantes beneficios técnicos y económicos (Romero *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de los estudios realizados por la EEAOC desde 1994, que permitieron difundir comercialmente la maduración química de los cañaverales en Tucumán, Argentina.

IMPORTANCIA DE LA MADURACIÓN QUÍMICA

En Argentina y especialmente en Tucumán, si bien se realizaron algunos estudios en la década del 70 y 80, fueron las investigaciones de la EEAOC, las que impulsaron su utilización comercial, incrementando el área madurada por año de 3.000 ha en 1997 a unas 90 - 120 mil ha en la actualidad. Este crecimiento puede atribuirse a que la maduración química es una tecnología de bajo costo y que resulta altamente rentable. Su costo representa entre 30 y 65 kg de azúcar/ha y un manejo eficiente permite obtener al menos 300 kg extras de azúcar/ha, sin considerar los beneficios adicionales que derivan de su implementación. Con su utilización se logra adelantar la maduración de la caña de azúcar en unos 45-60 días y su principal efecto se expresa en una mayor producción y recuperación de azúcar/t de caña en el inicio de zafra. Además, al favorecer una adecuada acumulación de sacarosa en los entrenudos apicales (normalmente inmaduros) y provocar el desecamiento temprano del follaje, permiten efectuar un despuntado más alto (mayor producción cultural) y disminuir el contenido de materias extrañas que llega a fábrica (menor trash), mejorando la eficiencia global de la cosecha y la calidad de la materia prima (Leggio Neme *et al*., 2013).

EVALUACIÓN DE MADURADORES

La EEAOC reinició los estudios en esta temática en 1994 y, en 1997, y luego de realizar numerosos ensayos experimentales y comerciales, difundió las recomendaciones para el uso de glifosato (Romero *et al*., 2000a) como madurador de la caña de azúcar. Ese mismo año (1997), comienza a experimentar el fluazifop p-butil, realizando alrededor de 20 ensayos y aplicaciones comerciales que permitieron ajustar su manejo (Romero *et al.*, 2000b) (Tabla I). El glifosato resultó más efectivo en variedades de maduración temprana, mientras que el fluazifop p-butil, resultó también efectivo en las intermedias. Posteriormente, se continuaron las experiencias con dos graminicidas, cletodim y haloxifop r-metil, y un herbicida total, imazapir. Con haloxifop r-metil no se obtuvieron resultados consistentes. El imazapir resultó muy eficiente y con una elevada frecuencia de casos con respuesta segura y alta, pero debió ser descartado de esta línea de investigación ya que su elevado costo lo hacía inviable. En 2005, luego de 6 años de estudio y de alrededor de 25 ensayos, se ajustó el uso comercial de cletodim. Este producto logró los mejores resultados en la variedad de maduración intermedia TUCCP 77-42 (Leggio Neme *et al.*, 2013). A partir de 2006 y continuando con la evaluación de nuevos productos, comenzó a evaluarse el trinexapac-etil, un regulador de crecimiento que actúa inhibiendo la síntesis de giberelinas y por lo tanto retrasando el crecimiento, el cual demostró tener potencial para su uso como madurante. Este producto, junto al sulfometuron (herbicida perteneciente al grupo de las sulfonilureas), ya son usados en Brasil como maduradores. Este último se evalúa desde 2007 y sus respuestas fueron inconsistentes. A partir de 2010 se comenzaron las evaluaciones de etefon, regulador vegetal que actúa liberando etileno (hormona que acelera el proceso de maduración), sólo y en combinación con un graminicida (fluazifop). Las respuestas fueron muy satisfactorias y

consistentes por lo que se continúa investigando en la actualidad para ajustar su manejo, aunque se debe tener en cuenta que su costo es elevado.

La creciente preocupación por los riesgos que representan los productos de síntesis química para el medio ambiente y para el hombre, además de la fitotoxicidad causada a la caña y a cultivos linderos, han llevado a investigar otras alternativas para sustituir los productos usados tradicionalmente. Es por eso que, otra alternativa aún en estudio desde 2006, es el uso de fertilizantes foliares con fósforo, potasio y boro (Tabla I). La aplicación de estos productos busca modificar la relación fuente-destino mediante cambios en el balance nutricional. La mayor limitante actual de uso es su elevado costo, sin embargo, los resultados obtenidos a través de estas experiencias fueron variables pero con incrementos en el contenido de sacarosa que generan interés para continuar con esta línea de investigación. En todos los casos, las mejores respuestas se lograron con tratamientos realizados al final del "período de gran crecimiento" (mediados de marzo - mediados de abril), donde las tasas de crecimiento son decrecientes pero significativas, mientras que la maduración no está muy avanzada. En estas condiciones, la aplicación del madurador provoca una restricción del crecimiento vegetativo y adelanta la acumulación de sacarosa, de manera más intensa cuando las condiciones ambientales no son favorables (Rufino *et al.*, 2001; Leggio Neme *et al.*, 2013).

Tabla I. Indicadores de respuesta del cultivo de caña de azúcar a los maduradores. Resultados de ensayos realizados por la la EEAOC en Tucuman, Argentina, desde el año 1994 a la fecha. Los valores corresponden a los promedios de los resultados obtenidos considerando variedades, dosis y épocas de respuesta segura.

MADURADOR	***INDICADORES DE RESPUESTA***				
	Respuesta Total %	***Alta Respuesta % (> 0.5)***	***Incremento Promedio (Pol% caña)***	***Inicio P.O.C. (semana)***	***Fin P.O.C. (semana)***
Glifosato (1994-2000)	81	67	0,51	5,1	12,6
Fluazifop-P butil (1997-2000)	89	72	0,45	5,2	11,2
Imazapir (2000-2007)	80	75	0,61	4,8	10,9
Cletodim (2000-2007)	92	58	0,58	4,2	10,6
Haloxifop-R metil (2000-2007)	37	43	0,57	5,25	10,7
P; K (2006-2016)	30	2	0,54	3,8	9,5
Boro (2006-2016)	17	0	0,36	5	10,3
Trinexapac-etil (2006-2013)	73	45	0,38	4,8	9,5
Sulfumeturon-metil (2007-2008)	39	0	0,37	6,3	10,6
Etefon (2010-2016)	80	56	0,41	4,7	9,7
Etefon+graminicida (2010-2016)	93	61	0,62	2,7	9,3

FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE MADURANTES

A fin de identificar los factores ambientales y de manejo más influyentes en la efectividad de los tratamientos con maduradores químicos, se trabajó con datos obtenidos de 26 ensayos realizados entre los años 2000 y 2007, sobre cuatro variedades cultivadas en Tucumán (LCP 85-384, TUCCP 77-42, CP 65-357 y RA 87-3) y utilizando los maduradores más difundidos comercialmente (glifosato y fluazifop-p-butil).

Para el estudio se utilizó el análisis de coeficientes de sendero ("path analysis") que constituye una herramienta valiosa para identificar variables de efecto–causa. Se evaluaron las siguientes variables independientes: época de aplicación, variedad, madurador y, dentro de la época, se discriminaron los efectos de la temperatura media promedio de los 15 días previos y posteriores a la fecha de aplicación, como las lluvias acumuladas en los mismos períodos. Se consideró como variable dependiente la tasa de incremento de Pol% caña, que expresa el ritmo de acumulación de azúcar a la 7º semana posterior a la aplicación, tiempo medio óptimo de respuesta de los madurantes evaluados en Tucumán.

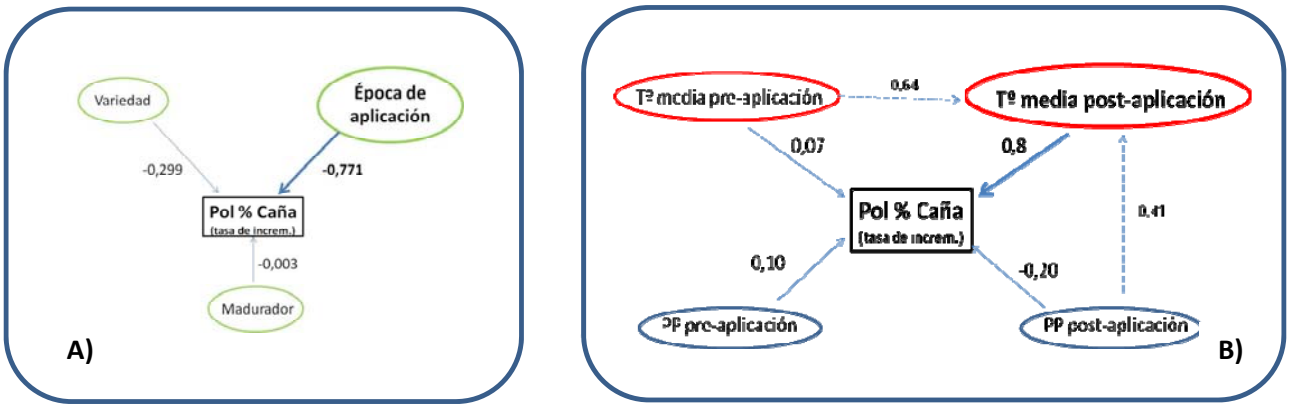


Fig. 1: Análisis de sendero para: A) las variables época de aplicación, variedad y madurador sobre la tasa de incremento de Pol% caña. B) Efecto de las variables ambientales que definen la época de aplicación en la tasa del Pol% caña.

El primer análisis evidenció que la variable "época de aplicación" explica significativamente la magnitud del efecto sobre la tasa de incremento de Pol%, debido al mayor efecto directo (-0,77). La "variedad" muestra un efecto directo mucho menor, pero significativo al 1%. Por último, este análisis le atribuyó poca importancia a la variable "madurador".(Fig. 1A). Posteriormente, se analizó el efecto de las variables ambientales que definen la "época" (principal factor), a fin de determinar cuál o cuáles resultaban las más influyentes (Fig. 1 B), destacándose la "temperatura media post-aplicación" como la de máxima incidencia en la variación del Pol% caña, a través de su alta correlación global (0,71) y su efecto directo (0,80).
La maduración natural se ve favorecida con temperaturas relativamente bajas (12-14ºC), asociadas con la reducción de la tasa de crecimiento vegetativo, provocando una mayor acumulación de azúcar. En aplicaciones tempranas esta tasa es mucho mayor que la de maduración, por lo que esta reducción del crecimiento es más severa y el efecto del tratamiento madurativo resulta más notorio. A medida que se retrasa la fecha de aplicación, la tasa de maduración natural va en aumento y el efecto del madurador es más suave. Debido a que la eficiencia agronómica de un madurante depende significativamente de las condiciones ambientales, estos resultados permiten explicar en gran medida la variabilidad en las respuestas entre años.

REFERENCIAS

Romero, E. R.; Rufino, M.; Scandaliaris, J.; Rufino, R.; Alonso, L. 2001. Estrategias disponibles para modificar el desarrollo de la zafra y mejorar la recuperación de azúcar en Tucumán. Public. Especial, EEAOC, Nº 20:1- 4.
M.F. Leggio Neme, S. Fajre, E.R. Romero, L.G. Alonso and A. Sanchez Ducca. 2013. Chemical ripening advances in Tucumán, Argentina. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 28, 2013.
Romero, E. R. ; Scandaliaris, J.; Rufino, M. 2000a. "El Glifosato como madurador químico de la caña de azúcar en Tucumán – Argentina. Resultados Obtenidos y Recomendaciones de Manejo". Public. Especial N° 16, EEAOC: 24 páginas.
Romero, E. R. ; Scandaliaris, J.; Rufino, M. 2000b. "Fluazifop Butil. Su empleo como madurador químico de la caña de azúcar en Tucumán – Argentina. Public. Especial N° 17, EEAOC: 28 páginas.
Rufino, M.; Romero, E. R.; Scandaliaris, J.; Pérez Zamora, F.; Bulacio, A. 2001. Agronomic, industrial and economic impact of sugarcane chemical ripening. International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings of the XXIV Congress, Australia.Volume 2 pp. 161-163.

RESPUESTA A LOS MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR A MEDIADOS Y FINAL DE COSECHA EN EL INGENIO MARIO MUÑOZ
ANSWER TO MADURANTS IN SUGAR CANE IN MID AND FINAL OF CROP IN MARIO MUÑOZ SUGAR MILL

Rafael Zuaznabar, José Díaz, Alejandro Amigo, Rafael Marrero y Fidel Hernández
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km 11/2 Carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba. CP10800
*rafael.zuaznabar inica.azcuba.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados de estudios de validación comercial de madurantes en caña de azúcar con los tratamientos de Trinexapac etil, Clethodim, FitoMas–M líquido con y sin el coadyuvante Break trhu FitoMas-M en polvo aplicados a mediados y final de zafra en las principales variedades de caña de azúcar. Hubo respuesta a las aplicaciones de los mismos con un incremento entre 5 y 7 kg de azúcar por tonelada de caña, por lo que resulta factible su aplicación cuando existe humedad residual en el suelo en el momento de la cosecha.
PALABRAS CLAVE: Maduradores, caña de azúcar, variedades

ABSTRACT

Results of commercial validation studies of sugarcane ripening with Trinexapac ethyl, Clethodim, FitoMas-M liquid treatments with and without the adjuvant Break trhu FitoMas-M powder applied in mid and late harvest in the main Varieties of sugar cane. There was response to the applications of the same with an increase between 5 and 7 kg of sugar per ton of sugarcane, so it is feasible to apply when there is residual moisture in the soil at the time of harvest.
KEY WORDS: Rippers, sugar cane, varieties

INTRODUCCIÓN

Entre las tecnologías que se aplican en la caña de azúcar el uso de madurantes es la que reporta un retorno más rápido de la inversión, por lo que la mayoría de los países la han adoptado y su aplicación comercial genera ganancias considerables por el incremento de azúcar por hectárea.

El jugo de la caña de azúcar es un material químicamente muy complejo con una composición muy variada: agua, sacarosa, azúcares reductores, otros azúcares, hemicelulosa, péptidos, proteínas, aminoácidos, almidón, dextrana, ácidos orgánicos, lípidos, ceras, e iones inorgánicos (K, Ca, Mg, Na, Al, Fe, Cu, Mn, Mo, entre otros) (Sarria y Preston, 1990)

Entre los maduradores más utilizados en la actualidad están Glifosato CS 48 (Raund up, Faena, Candela etc), Clethodim 24 CE (Arrow, Select), que son herbicidas estresantes sintetizados para el control de malezas gramíneas y los reguladores de crecimiento Trinexapac etil 25 CE (Moddus), Ethephon CS 48 (Ethrel, Madurex, Flordimex). Aunque todos en mayor o menor grado originan afectaciones a la caña y al área de influencia cuando se aplican como madurantes. En Cuba se utiliza el FitoMas-M un madurador que no afecta el área foliar del cultivo e incrementa la concentración de sacarosa entre los 45 y 60 días de aplicado y que de no cumplirse el tiempo previsto entre aplicación y cosecha la plantación no sufre daños severos que afecten el crecimiento y desarrollo del cultivo y la futura cosecha, además de no provocar afectaciones a cultivos colindantes el hombre y el ambiente.

El objetivo del presente estudio fue evaluar eficacia de los madurantes a mediados y final de zafra en el ingenio Mario Muñoz de la provincia Matanzas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación del madurante FitoMas-M a dosis de 1.4 kg ha^{-1} se realizó en un área de 92.13 ha con avión AN 32 a una altura de vuelo de 3-5 m y velocidad de trabajo de 160 km/hora, con una edad del cultivo entre 11 y 11.5 meses. Las características generales del estudio se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales del estudio

Variedad	Fecha de corte anterior	Fecha de aplicación	Área (ha)
C323-68	2/2/14	23/01/2015	12.08
C86-56	3/3/14	23/01/2015	15.60
C86-12	3/3/14	23/01/2015	49.19
C86-56	2/2/14	23/01/2015	15.26
Total			92.13

En los campos aplicados se establecieron estaciones de muestreos para las evaluaciones y análisis azucarero (Pol, Brix, Pureza e índice de madurez. La cosecha se inició el 10 de marzo, a los 46 días de la aplicación.
También durante la zafra 2015- 2016 para evaluar la eficacia diferentes tratamientos de maduradores y mezcla se realizaron aplicaciones aéreas de madurantes entre el 16 y 18 de febrero del 2016, con el objetivo de validar comercialmente la eficacia de los mismos en el último tercio de la zafra en las principales variedades de caña de azúcar, en 506.91 ha y 8 variedades en Vertisuelo y suelos Sialitizado Cálcico La aplicación se realizó con el avión AN-2 y 32 boquilla "CP regulable" y solución final calibrada de 30 L/ha^{-1}. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes.

Tabla 2. Tratamientos de madurantes evaluados

Tratamientos	Dosis L o kg ha^{-1}
1- Clethodim CE 24 (Arrow)	0.3
2- FitoMas-M	5
3-Trinexapac etil CE 25 (Moddus)	0.75
4-FitoMas-M + Break thru	5 + 0.06
5-FitoMas-M	1.4

En los campos aplicados se establecieron estaciones de muestreos para las evaluaciones y análisis azucarero (Pol, Brix, Pureza e índice de madurez. La cosecha se inició el 3 de abril, a los 45 días de la aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados de los análisis de laboratorio en sentido general el tratamiento beneficiado con el madurante FitoMas-M resultó superior en todas las variedades en comparación con el testigo sin tratar Tabla 3.

Debemos destacar que estos resultados se alcanzaron en condiciones de sequía prevaleciente característica de la época del año en nuestras condiciones, aunque las plantaciones estaban establecidas sobre suelos con elevado contenido de arcillas, que aun conservaban cierta humedad residual.

Los indicadores de la evaluación económica aunque en todos los casos reportaron ganancias son discreto debido fundamentalmente a que la aplicación se realizó sobre plantaciones con bajo rendimiento agrícola lo que encarece los gastos de aplicación y disminuye severamente el incremento de azúcar adicional por tonelada de

caña procesada; no obstante consideramos que esta evaluación es de gran importancia ya que el madurante se validó en el mes de marzo donde no teníamos información sobre las respuestas del cultivo a esta tecnología, y por otra parte nos permitió conocer la eficacia del FitoMas-M formulado como polvo humedecible a dosis de 1.4 kg ha^{-1}

Tabla 3. Resultados de los análisis de laboratorio

Variedad C323 68	Brix	Pol	Pureza	Índice madurez	Rendimiento	Azúcar adicional kg / t de caña
Testigo	20.80	18.27	87.84	92.07	13.02	
FitoMas- M	21.40	18.96	88.60	96.5	13.58	
Diferencia	0.60	0.69	0.76	4.43	0.56	5.6
Variedad C86 56	Brix	Pol	Pureza	Índice madurez	Rendimiento	Azúcar adicional Kg/t de caña)
Testigo	19.80	17.44	88.08	92.05	12.46	
FitoMas-M	20.60	18.16	88.16	96.1	12.94	
Diferencia	0.80	0.72	0.08	4.05	0.48	4.8
Variedad C86 12	Brix	Pol	Pureza	Índice madurez	Rendimiento	Azúcar adicional Kg/ t de caña
Testigo	20.20	17.96	88.91	95.0	13.02	
FitoMas-M	21.0	18.73	89.19	96.7	13.58	
Diferencia	0.80	0.77	0.28	1.7	0.56	5.6

Tabla 4. Evaluación económica FitoMas polvo humedecible.

Variedades	Caña tratada (t)	Incremento rendimiento industrial	Azúcar Adicional kg/t de caña	Valor azúcar adicional (USD)	Gastos (USD)	Ganancia (USD)	Costo/beneficio
C323-68	362.4	0.56	5.60	710.5	193.15	517.35	2.68
C86-56	312.0	0.49	4.71	525.0	249.44	525.0	2.10
C86-12	1475.7	0.56	5.60	2891.0	786.54	2104.46	2.68
C86-56	457.8	0.41	4.08	654.5	244.0	410.5	1.68
Total	2607.9	0.51	4.99	4781.0	1473.13	3557.31	2.41

Precio t de azúcar 350 USD, costo aplicación aérea (ha) 8.99 USD, costo kg de FitoMas 5 USD Rendimiento industrial 10.5.

No se detectaron daños fitotoxicos en el cultivo, ni afectaciones en los principales parámetros del rendimiento agrícola (altura y diámetro de los tallos), por lo que se puede inferir que de ocurrir contingencias imprevistas que afecten la programación de cosecha, la plantación no sufre daños que puedan disminuir el rendimiento agrícola por el uso de FitoMas-M formulado como polvo humedecible.

En la zafra 2015-2016 los resultado obtenidos en las aplicaciones de validación comercial respecto al azúcar adicional por tonelada de caña tratada con los maduradores en comparación con el testigo no tratado (Tabla 5) se destaca Arrow CE 24 a 0.3 L/ha^{-1} p.c. que fue el de mejores resultados con 7.15 kg de azúcar adicional por tonelada de caña tratada, seguido por Moddus CE 25 a 0.75 L/ha^{-1} p.c., y FitoMas 5 L ha^{-1} más Break thru 0.06 L ha^{-1} con valores de 6.86 6.42 kg de azúcar adicional por tonelada de caña tratada, respectivamente. A continuación con los valores inferiores se ubicaron las formulaciones de FitoMas a 5L ha^{-1} con 5.98 kg por tonelada de caña y Fitomas en polvo con 5.67 kg ha^{-1} de incremento de azúcar adicional por tonelada de caña beneficiada, lo que demuestra que en cosechas realizadas en el mes de abril los madurantes pueden resultar económicamente viables. Zuaznabar et al (1) en estudios realizados en Veracruz, México reportan respuestas a la aplicación de maduradores a mediados de zafra en en zonas donde hay un régimen hídrico superior a 2000 mm anuales.

Tabla 5. Evaluación económica FitoMas-M polvo humedecible.

Tratamiento Dosis (kg o L ha^{-1})	Variedades	Caña tratada (t)	Incremento rendimiento industrial	Azúcar Adicional kg/t de caña	Valor azúcar adicional (USD)	Gastos (USD)	Ganancia (USD)	Costo/ beneficio
Moddus 0.75 L	Co 997 SP70 1284	4176.7	0.686	6.86	10028.25	2726.82	7301.43	2.67
Arrow 0.3 L	C323 68	4129.8	0.715	7.15	10334.82	1784.74	8550.08	4.79
Fitomas 5L +Break thru 0.06	C85 102 C90 469 C89 147	3654.0	0.642	6.42	8210.53	3010.11	5200.42	1.72
FitoMas 5 L	C86 12	2206.6	0.598	5.98	4618.41	935.20	3665.21	3.91
FitoMas 1.4	C85 102	1505.0	0.567	5.67	2986.67	743.01	2243.66	3.01

Precio t de azúcar 350 USD, costo aplicación aérea (ha) 9.30 USD, costo kg de FitoMas-M 5 USD, costo Litro FitoMas 2.25 USD, costo litro Moddus 38.17 USD, costo litro de Arrow 18.02 USD, costo litro Break trhu 22.15 USD, Rendimiento industrial 10.50

CONCLUSIONES

1- La aplicación de FitoMas-M formulado como polvo humedecible logró un incremento notable del rendimiento industrial con las variedades C323 68, C86 12 y C86 56 en el segundo tercio de la zafra.
2- En la zafra 2014-2015 los resultados del rendimiento industrial destacan que las variedades C323 68 y C86 12 lograron los incrementos similares superiores al testigo con valores de 5.3 kg de azúcar adicional por tonelada de caña superior al testigo, seguida de C86 56 que logró resultados inferiores con valores de 4.9 y 4.1 kg por tonelada de caña procesada.
3- En la zafra 2015-2016 Arrow CE 24 a 0.3 L/ha^{-1} p.c. Moddus CE 25 a 0.75 L/ha^{-1} p.c., FitoMas 5 L ha^{-1} más Break thru 0.06 L ha-1 pc FitoMas-M a 5L ha^{-1} pc y FitoMas en polvo a 1.4 kg ha^{-1} de pc lograron incremento de incremento de 7.15, 6.86, 6.42, 5.98 y 5.67 kg de azúcar adicional por tonelada de caña beneficiada respectivamente.
4- solo se aprecian daños fitotoxicos en el cultivo con el tratamiento de Clethodim que se manifiestan en forma de clorosis y necrosis en las hojas del cultivo

REFERENCIAS

1- Sarria, P. S.; Preston, T. R. (1990). Utilización del jugo de caña de azúcar. Livestock Research for Rural Development, 2 (2). Colombia
2- Zuaznábar R; J, Tinoco; N, Milanés; G, Pantaleón; I, Gómez; A, Contreras; A, García y J, Villar. (2015) Evaluación de madurantes de bajo impacto ambiental y fisiológico en caña de azúcar en el Central Motzorongo S.A de C.V. Taller internacional de Expertos en el cultivo de la caña de azúcar. 28 -30 de enero, 2015. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, U.V. Córdoba, Veracruz, México

COMPORTAMIENTO DEL EMPLEO DE MADURADORES EN LA ZAFRA 2016/2017 EN SIETE UEB DE LA EMPRESA AZUCARERA CAMAGÜEY

BEHAVIOR OF RIPENERS DURING 2016-2017 HARVESTER SEASON IN SEVEN SUGAR FACTORIES IN CAMAGÜEY PROVINCE

García, E.*, Sánchez, W., Campanioni, R.**,Torres, I.* ; Fernández, Y*.
,
*Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Centro-oriental, (ETICA). "Las Mercedes", Florida, CP 72810.Camagüey, Cuba. Telef. 53(32)515581 email: eugenio.garcia@eticacm.azcuba.cu
** Empresa Azucarera Camagüey. Enrique Villuendas y Puente Caballero Rojo. Camagüey. Telef. 53(32)285227. email: ramón.campanioni@eacm.azcuba.cu

RESUMEN

Se evaluó la información el comportamiento de Arrow (Cletodim) y Fitomás-M en siete UEB-APA de la Empresa Azucarera Camagüey. Se evaluaron el brix, el porcentaje de pol y la pureza, el contenido de fibras y el RPC (rendimiento potencial en caña) por cada producto aplicado. Se comparó el incremento del tonelaje de RPC por hectárea tratada por UEB-APA, cepas, agrupamiento agro-productivo de suelos, días entre aplicación y cosecha, rendimiento agrícola de los campos y los cultivares por período de cosecha. Se encontró que, con resultados bastante similares, el Arrow, superó ligeramente al Fitomás-M. en los incrementos por área aplicada. Los retoños del año resultaron los de mejor respuesta con ambos maduradores mientras que otras cepas quedadas tuvieron los menores incrementos. Los suelos de naturaleza ferralítica tuvieron los mayores incrementos. Para ambos productos los resultados óptimos se obtienen cuando la cosecha se realiza con 45 o más días posteriores a la aplicación. Con rendimientos inferiores a 30 toneladas por hectárea los incrementos por área son muy bajos y no justifican su aplicación. Las variedades a cosechar a inicios de zafra presentaron los mayores incrementos de RPC por hectárea aplicada mientras, en los de mediados de zafra, prácticamente descienden en un 50 % para ambos productos Los cultivares a cosechar a fines de zafra no hubo poca o ninguna respuesta. Se recomienda tomar en cuenta los resultados obtenidos en el trabajo al momento de planificar la aplicación de los maduradores Arrow (Cletodim) y Fitomás-M.
Palabras claves: maduradores, cosecha, caña de azúcar, Fitomás-M, Cletodim

ABSTRACT

Behavior of Arrow (Cletodim) and Fitomás-M was evaluated in seven sugar factories of Camagüey province Brix, percentage of pol and juice purity, fiber content and PRC (potential yield in cane) were compared for each applied product. Were evaluated the increase in the tonnage of PRC per hectare treated by sugar factory, harvest cycle, agro-productive grouping of soils, days between application and harvest, agricultural yield of the fields and cultivars per harvest period. It was found that, with fairly similar results, the Arrow, slightly surpassed Fitomás-M. In the increments per area applied. The ratoons were the ones with the best response with both ripeners while other remaining harvest cycles had the smallest increments. Ferralitic and ferritic soils nature had the largest increases. For both products the optimal results are obtained when the harvest is done with 45 or more days after the application. With yields of less than 30 tons per hectare, the increases per area are very low and do not justify ripeners application. Varieties to be harvested at the beginning of the harvest showed the highest increases in PRC per hectare applied, while in the mid-harvest, practically they fell by 50% for both products. The cultivars to be harvested at the end of the harvest had little or no response. It is recommended to take into account the results obtained in the work when planning the application of Arrow (Cletodim) and Fitomás-M ripeners.
Keywords: millers, harvest, sugarcane, Fitomás-M, Cletodim

INTRODUCCIÓN

La maduración de la caña de azúcar es un proceso metabólico durante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar energía en forma de sacarosa almacenada en el tallo. (1).
El empleo de maduradores o madurantes químicos es una práctica incorporada en muchos sistemas de producción de caña de azúcar en varias regiones del mundo. . Las experiencias de varios autores (1), indican que como promedio se obtiene un incremento en el contenido de sacarosa de 7 kilogramos por tonelada de caña beneficiada, valor que puede variar en dependencia de varios factores tales como condiciones ambientales, variedad, tipo de suelo, manejo del cultivo, edad de la cosecha y del cumplimiento de los requerimientos en la dosificación, preparación y aplicación de los productos, entre otros. (2). Con el propósito de realizar una evaluación preliminar del empleo de los maduradores Fitomás-M obtenido por ICIDCA, Cuba y Arrow (Cletodim) ADAMA, Israel, se realizó el presente trabajo en la campaña 2016/2017 en siete Unidades Empresariales de Base de Atención a Productores Cañeros (UEB-APA) de la Empresa Azucarera Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló información de más de 5300 hectáreas cosechadas y un volumen de más de 239 mil toneladas de caña tratadas con maduradores desde el comienzo de la zafra en el mes de diciembre hasta el 28 de Febrero de 2017. La caña se cosechó con una media entre aplicación y cosecha de 45.6 días. La dosis empleada fue de 4.0 $L.ha^{-1}$ para el Fitomás-M y 0.275 $L.ha^{-1}$ para el Arrow (Cletodim). En todos los casos los maduradores se aplicaron empleando la aviación agrícola.
Se obtuvo información analítica de los laboratorios de los siete ingenios en que se realizó la evaluación. Las variables comparadas fueron Brix, % de pol en caña, pureza de los jugos, y el contenido de fibra, con lo que se calculó el rendimiento potencial en caña (RPC). (3)
Se realizó la evaluación del comportamiento de los maduradores por: productos empleados, Unidades Empresariales de Base de Atención a Productores Cañeros (UEB-APA), cepas, Agrupamiento Agro-productivo de suelos, días de aplicación entre la aplicación del producto y la cosecha, rangos de rendimiento agrícola de las áreas tratadas y períodos de cosecha de los cultivares evaluados
Para realizar la comparación entre las distintas variables se emplearon los incrementos de toneladas de RPC por cada hectárea evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el comportamiento general de los productos empleados (Tabla I), se aprecia que en toneladas de RPC por cada hectárea aplicada ambos productos resultan bastante aunque el Arrow (Cletodim) supera ligeramente al Fitomás-M. En el Brix y el porcentaje de pol los mayores incrementos se obtienen con Fitomás-M.

Tabla I. Comportamiento de los maduradores evaluados.

INDICADORES	ARROW	FITOMAS-M	TOTAL
Área (ha)	1800.33	3573.05	5373.38
t molidas	79460.7	160132.3	239593.00
Rdto. en $t.ha^{-1}$	44.1	44.8	44.6
Diferencias en los indicadores de la calidad del jugo madurador/testigo:			
Brix (%)	1.11	1.27	1.19
Pol (%)	0.78	1.16	0.97
Pureza (%)	-0.88	0.30	-0.29
Fibra (%)	-0.39	0.15	-0.12
RPC (%)	**0.54**	**0.78**	**0.66**

t de RPC adicionales.	**896.42**	**1448.86**	**2345.28**
Inc t RPC.ha^{-1} aplicada	**0.50**	**0.41**	**0.44**
% caña molida/ madurador.	**33.16**	**66.84**	**100.00**

También se aprecian con este producto ligeros incrementos en la pureza y el contenido de fibras.
En la Tabla 2 se muestra un resumen de los incrementos de las toneladas del RPC por hectárea tratada con cada madurador por ingenio, cepas y agrupamientos de suelos.

Tabla II. Incrementos del tonelaje del RPC por hectárea tratada con cada producto.

UEB-APA	Arrow	Fitomás-M	Cepas	Arrow	Fitomás-M	Agr. S.	Arrow	Fitomás-M
Agramonte		0.28	P. qued.	0.52	0.31	F. cálc.	3.88	1.62
Céspedes		0.27	R. qued.	0.13	0.49	Ferrit.	1.17	
Argentina	0.12	0.08	O. qued.		0.09	Fers. calc	0.44	0.20
Brasil	1.98	1.62	F.2015	0.12	0.31	Sial. calc	0.26	0.26
Siboney		0.22	R. 2015	0.78	0.42	S. no calc.	0.20	0.27
Panamá	0.27	0.59	S.2016	0.06	0.27	Vertis	0.29	0.58
Batalla		0.80						

Por hectárea aplicada, los mejores resultados con Arrow se obtienen en Brasil, resultado que coincide con el encontrado en años anteriores para ese mismo ingenio (4). Para el caso del Fitomás-M, los mayores incrementos del RPC por hectárea aplicada se obtienen en Brasil, Batalla de las Guásimas y Panamá
Para las cepas se destaca que con Arrow, en los incrementos por área aplicada, son los retoños quedados, los fríos y las socas del año las cepas que presentan valores por debajo de la media encontrada para todas las cepas. Con Fitomás-M, en otras quedadas es donde se observan los incrementos más bajos por hectárea lo que indica la baja respuesta de esta cepa a la aplicación del madurador. Esto puede estar dado por la poca uniformidad en la población de tallos, debido a los renuevos o chupones presentes, así como a tallos muertos y deteriorados por la floración u otras causas que pueden provocar la falta de respuesta al producto.
Con el Arrow y coincidente con resultados de años anteriores, es en los suelos de naturaleza ferralítica, agrupados dentro de los Ferralitizados cálcicos y los Ferritizados donde se encuentran los mayores incrementos, por lo que la respuesta a los maduradores parece estar relacionada con algunas propiedades de los suelos.
Con el Fitomás-M se observa que con este producto, igualmente son los suelos agrupados dentro de los Ferralitizados cálcicos, los que presentan los mayores incrementos del RPC, por unidad de área aplicada, lo que coincide con resultados de años anteriores y con los obtenidos con Arrow en esta propia campaña.

En la Tabla 3 se muestra un resumen del comportamiento de Arrow y Fitomás-M, tomando en cuenta los días de aplicación entre aplicación y cosecha, el rendimiento agrícola de las áreas cosechadas y período de cosecha de los cultivares evaluados.

Tabla III. Incrementos del tonelaje del RPC por hectárea tratada con cada producto.

Dias aplic.	Arrow	Fitomás-M	t.ha^{-1}	Arrow	Fitomás-M	Per. cosec.	Arrow	Fitomás-M
<30	0.16	-	≤30	0.18	0.14	Inicio	0.14	0.45
>30≤45	0.29	0.36	>30≤50	0.35	0.45	Mediados	0.33	0.23
>45	1.41	0.42	>50≤70	1.09	0.42	Finales	-0.01	0.12
			>70	0.52	0.49			

Al considerar los días transcurridos entre la aplicación del producto y el momento de la cosecha se obtuvo para ambos productos que los mayores incrementos por área se produjeron cuando la cosecha se realizó entre 30 y 45 días después de la aplicación.

Con el Fitomás-M , igualmente que con el Arrow, cuando los rendimientos agrícolas son bajos, es muy poca la respuesta. Al aumentar los rendimientos se incrementan las toneladas de RPC por hectárea. Por tanto debe valorarse este criterio al momento de la decisión de aplicar maduradores.

Cuando se agruparon los cultivares por periodos de cosecha ante las aplicaciones de maduradores se encontró que las variedades de inicio de zafra presentaron los mayores incrementos de RPC por hectárea aplicada mientras, en los cultivares a cosecha a mediados de zafra, los incrementos por área aplicada, prácticamente desciende en un 50 %. Los cultivares a cosechar a fines de zafra no tuvieron respuesta a la aplicación del Arrow y con Fitomás fueron muy bajos a, por lo que para estos cultivares no se justifica hacer aplicaciones de estos productos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados obtenidos permitió llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Ambos maduradores produjeron incrementos en el tonelaje de RPC por hectárea beneficiada, aunque el Arrow (Cletodim), resultó ligeramente superior.
- Se encontró diferencia de respuesta por UEB-APA, resultando las de mayores incrementos por área aplicada Brasil para el Arrow y Brasil, Panamá y Batalla para el Fitomás-M.
- La respuesta por cepas evidencia que con ambos productos la mejor respuesta se obtiene en retoños de 12 meses y en las primaveras quedadas. Para Fitomás-M las cepas catalogadas como otras quedadas presentan muy bajos incrementos.
- Por Agrupamiento Agro-productivo de suelos con el Arrow se obtienen los mayores incrementos en los Ferralitizados cálcicos, Ferritizados y Fersialitizados cálcicos. Con Fitomás coinciden los Ferralitizados cálcicos y además los Vertisuelos.
- Con respecto a los días transcurridos entre la aplicación y la cosecha, se obtuvo con ambos productos que a partir de los 45 días se presentan los mayores incrementos en el tonelaje de RPC por hectárea aplicada.
- Se encontró que cuando el rendimiento agrícola de los campos está, igual o por debajo de 30 toneladas por hectárea, los incrementos del RPC son muy bajos, con cualquiera de los productos,
- Los cultivares para cosechar a inicios de zafra responden eficientemente a la aplicación de ambos maduradores, los de mediados de campaña reducen su respuesta como promedio al 50 % con respecto a los de inicio y los de cosecha a fines de zafra no responden al Arrow y muy poco al Fitomás-M.
- Se recomienda tomar en cuenta los resultados de este trabajo como herramienta en la toma de decisiones al momento de recomendar la aplicación de los maduradores Arrow y Fitomás-M.

REFERENCIAS

1- Buenaventura, C. Control de la maduración de la caña de azúcar. TECNICAÑA. Cali, Colombia. (1986). pp 297-308.
2- Subirós, J.F. Evaluación de varios productos maduradores en la producción de caña y sacarosa durante dos ciclos de cultivo. Azucarera “El Viejo Carrillo” Guanacaste, Costa Rica. (2012). 19 pp.
3- ICIDCA. Manual de Procedimientos para Laboratorios Azucareros. Grupo Empresarial Azucarero (AZCUBA). Re-impresión 2014 72 pp.
4- Romero, E. R., Scandaliaris, J. et al. Maduración química de la caña de azúcar. Gacetilla Industrial No. 58. Marzo de 1997. EEAOC. Argentina 10 pp.

MADURADORES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, SU EFECTO EN TRES ZAFRAS

CHEMICAL RIPENERS IN THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE, THEIR EFFECT IN THREE HARVESTS

Ojeda, E [1]*, González, R[1]*, Martín, A[2]*, Torres, G[1]*, Castillo, R[1].
[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).
[2] Empresa Azucarera de Ciego de Ávila.
* e-mail: eulalia.ojeda@epica.azcuba.cu

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar en condiciones de producción la respuesta de tres maduradores en el cultivo de la caña de azúcar durante las tres últimas zafras. Al momento de la cosecha se analizó la calidad del jugo (brix en jugo, porcentaje de pol en caña, pureza del jugo, porcentaje de fibra, porcentaje del recobrado de pol en caña, incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha), considerando los siguientes factores: tipo de madurador, familia de variedades por su maduración y tipo de suelo. El procesamiento estadístico se realizó a través de un análisis de varianza simple. Al estudiar el incremento de la calidad de la materia prima, el madurador FitoMas M resultó ser más efectivo, con una mejor respuesta en los suelos Ferralitizados cálcicos y Fersialitizados cálcicos, sin embargo menos efectivo en los cultivares de madurez tardía y cepa primavera del año.
PALABRAS CLAVE: Maduradores, Cepa, Variedad, Suelo, Caña de Azúcar.

ABSTRACT

With the objective to characterize the answer of the tree ripening in the production conditions on the sugar cane crop during the three last sugar makings. It was analyzed the juice quality (juice brix, cane pol percentage, juice purity, fiber percentage, cane pol recovered percentage, increment of cane pol recovered tons per ha), ripening kind, varieties family for its ripening and soil type. The statistical processing was done by a simple variance analysis. When the increment of the raw material quality was studying, the FitoMas M ripening turned more effective, with a better answer in the Ferraliticed calcics and Fersialiticed calcics soil, however it turned less effective in the in the late maturity cultivars and the year spring stock.
KEY WORDS: Ripening, Strain, Variety, Soil, sugar cane

INTRODUCCIÓN

El proceso de maduración del cultivo de la caña de azúcar, en los momentos actuales, está afectado por los cambios climáticos que se han venido manifestando, por tales razones se hace necesario aplicar productos u otras medidas fitotécnicas que favorezcan el incremento de la calidad de la materia prima. Algunos autores refieren la humedad del suelo, el nitrógeno y la temperatura ambiental, entre otros, como factores naturales y agronómicos que limitan la maduración natural de la caña de azúcar y que son difíciles de controlar (Bertsch, 1998; Sáenz Soto, 2004). Durante esta fase, la inducción de "estrés" suaves o moderados de origen hídrico, nutricional y el tratamiento con maduradores, promueven la acumulación de sacarosa. En condiciones de secano, como la mayor parte de las cañas en Cuba, no existe la posibilidad de regular la humedad manejando el N y K_2O, la época óptima de maduración depende de factores fortuitos (Domingo, 1995; Cox, 1996; Villegas y Arcila, 2003).
En la actualidad la aplicación de diferentes maduradores en las plantaciones cañeras en muchos países constituye una alternativa importante para el manejo en pre-cosecha y su utilización se optimizaría, si fuera

aplicada en áreas que recibieron un manejo cultural adecuado y favorable, lo que permitiría una mejor expresión del potencial azucarero del cultivo. El empleo de maduradores en caña de azúcar en la etapa de inicio de zafra, es necesario por los cambios climáticos que se están presentando en estos meses.
El FitoMas M, es un madurador obtenido por especialistas del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), es de origen natural y su impacto ecológico resulta positivo. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar, en condiciones de producción, la respuesta de tres maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba en los meses de diciembre, enero y febrero durante las zafras 2013/2014, 2014/2015 y 2015-2016; por familia de variedades, por su madurez y el tipo de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las zafras 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 en cuatro ingenios azucareros (Enrique Varona, Ecuador, Ciro Redondo y Primero de Enero), de la provincia de Ciego de Ávila en Cuba, se aplicaron maduradores al cultivo de la caña de azúcar en los meses de diciembre y enero, las cuales se cosecharon hasta el mes de febrero.
En la zafra 2013-2014 se aplicaron maduradores a 6048 ha, en 2014-2015 a 7619 ha y en 2015-2016 a 6389 ha, para un rendimiento agrícola por encima de 35 t de caña/ha. Los maduradores aplicados fueron: Arrow (0.275 L/ha), Gliphosate+ Finale (0.3+0.3 L/ha) y FitoMas M (4.5 L/ha). Se consideraron las siguientes familias de variedades, atendiendo al tipo de madurez: temprana (CP52-43, C1051-73 y C87-5); media (C137-81, C86-503, C86-12, C120-78 y C86-56) y tardía (C86-156, C90-316, C90-317, C92-325, C323-68 y Ty70-17). Los tipos de suelo presentes atendiendo a la caracterización agroproductiva según Arcia *et al.* (2014) son los siguientes: Gleyzado sialitizado, Gleyzado ferralitizado, Aluvial, Ferralitizado cálcico y Fersialitizado cálcico.
Al momento de la cosecha se analizó la calidad del jugo considerando las variables: brix en jugo (% de sólidos disueltos en el jugo por el método refractométrico), porcentaje de pol en caña (% de azúcares ópticamente activos por polarimetría), porcentaje de pureza del jugo (relación % de pol en jugo/ ºBrix x100), porcentaje de fibra (% de fibras determinadas por el método de la prensa) y porcentaje del recobrado de pol en caña (RPC=(1.5*%Pol*(1-(%Fibra+6.5)/100))-(0.5*ºBrix*(1-(%Fibra+3)/100))). Para tener una valoración económica en cada caso, se determinó el incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha.
El procesamiento estadístico de cada variable se realizó a través de análisis de varianza simple, con cuarenta repeticiones (bloques de caña). En los casos que se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para la comparación entre las medias se realizó una prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) a través del programa automatizado SPSS versión 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al tipo de madurador aplicado en las tres zafras (Tabla I), el FitoMas M supera significativamente al Arrow y Gliphosate-Finale en el incremento de la calidad de la materia prima (brix en jugo, porcentaje de pol y porcentaje del recobrado de pol en caña), sin embargo no se presentan diferencias entre el Arrow y Gliphosate-Finale. Estas sustancias son capaces de ocasionar cambios fisiológicos en la planta, induciendo la acumulación de azúcares sin afectar la producción, logrando mayor respuesta con el madurador (FitoMas M), caracterizado por ser un regulador del crecimiento, no ocurriendo lo mismo con los caracterizados por ser herbicidas sistémicos (Arrow, Gliphosate-Finale). Las variables: pureza de los jugos y porcentaje de fibra no presentaron variaciones significativas con la aplicación de estos maduradores., a pesar de que estas inciden directamente en los componentes de la calidad de la materia prima, estando más determinada por el brix.

Tabla I: Indicadores de la calidad del jugo para cada madurador empleado y familias de variedades por zafra

Zafra	Indicador	Maduradores				Familia de variedades por tipo de madurez			
		Arrow	Gliphosate + Finale	FitoMas M	Sx	Temprana	Media	Tardía	Sx
2013/14	Brix	18.05 b	18.53 b	19.36 a	1.14	18.88 ab	19.71 a	18.02 b	0.82
	Pol (%)	17.06 b	17.19 b	18.57 a	1.09	17.34 ab	18.15 a	16.85 b	0.93
	Pza (%)	89.51 ns	88.05 ns	89.22 ns	2.52	90.24 ns	92.59 ns	90.09 ns	1.11
	Fibra (%)	14.34 ns	14.23 ns	14.78 ns	2.83	14.48 ns	14.22 ns	14.10 ns	1.21
	RPC (%)	12.38 b	12.52 b	13.56 a	0.83	12.45 b	13.08 a	12.05 b	0.87
2014/15	Brix	19.24 ab	18.96 b	19.63 a	1.18	19.67 ab	20.02 a	19.40 b	0.80
	Pol (%)	17.42 b	17.07 b	17.98 a	1.11	17.84 ab	18.42 a	17.53 b	0.93
	Pza (%)	90.78 ns	90.08 ns	91.01 ns	2.73	90.74 ns	94.04 ns	91.66 ns	1.09
	Fibra (%)	14.80 ns	14.18 ns	14.91 ns	2.89	14.98 ns	15.11 ns	14.80 ns	1.21
	RPC (%)	12.84 b	12.70 b	14.10 a	0.86	12.95 ab	13.47 a	12.21 b	0.88
2015/16	Brix	17.60 b	NA*	18.75 a	1.16	18.02 a	18.30 a	15.38 b	0.47
	Pol (%)	15.29 b	NA*	16.62 a	1.25	16.51 a	16.84 a	12.81 b	0.54
	Pza (%)	86.65 b	NA*	86.61 ns	1.95	91.65 a	91.97 a	83.22 b	1.36
	Fibra (%)	15.20 b	NA*	15.31 ns	1.17	15.18 ns	14.83 ns	15.08 ns	0.73
	RPC (%)	10.77 b	NA*	12.30 a	1.05	12.03 b	12.36 a	8.77 c	0.46

Valores con letras diferentes difieren significativamente para ($p \leq 0.05$).
* No aplicado en zafra 2015-2016.

Al analizar los resultados por familias de variedades en las tres zafras, el grupo de variedades que integra la familia de madurez media con aplicación de maduradores, presentan incrementos en la calidad de la materia prima con respecto a la familia de madurez tardía. Similares resultados se presentan en la familia de madurez temprana y media.

Las variables: pureza de los jugos y porcentaje de fibra no presentan en estos casos variaciones significativas entre las familias de variedades con los maduradores utilizados. Las variedades de caña de azúcar se diferencian de acuerdo a su potencial genético en los principales componentes del rendimiento agrícola e industrial, por tales razones su eficiencia ante los maduradores varía.

En los casos estudiados, la respuesta a la aplicación de maduradores en este cultivo difiere en función del tipo de suelo en ambas zafras, logrando incrementos en la calidad de la materia prima. Los incrementos son superiores en los Ferralitizados cálcicos y Fersialitizados cálcicos, debido entre otras causas, a su proceso de formación, pues en el primero es la ferralitización, presenta una velocidad de infiltración del agua ligeramente rápida a excesiva, drenaje superficial e interno bueno. En el caso de los Fersialitizados cálcicos su proceso de formación es la fersialitización, con buen drenaje (superficial e interno), sin embargo los Gleyzados sialitizado y Gleyzados ferralitizados se caracterizan por presentar depósitos muy arcillosos y mal drenaje superficial e interno. Los Aluviales no poseen un proceso de formación definido, reciben la influencia de los ríos al desbordarse, su topografía es llana, y a veces con suaves ondulaciones.

El incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña azúcar /ha con la aplicación de los maduradores permite conocer la eficiencia de la aplicación de los maduradores, en cuanto al producto empleado se destaca el FitoMas M, las familia de variedades de madurez media, las cepas de ciclo largo y en los tipos de suelos el Ferralitizado cálcico (Tabla II).

Tabla II: Incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña de azúcar /ha por madurador, familia de variedades, cepa y tipo de suelo por zafra

Concepto	Tratamientos	2013/2014		2014/2015		2015/2016	
		$\overline{x}$	Sx	$\overline{x}$	Sx	$\overline{x}$	Sx
Madurador	Arrow	0.34 b	0.07	0.82 ab	0.05	0.78 b	0.16
	Gliphosate+ Finale	0.33 b	0.11	0.73 b	0.09	NA*	-
	FitoMas M	0.66 a	0.18	0.99 a	0.15	0.97 a	0.11
Familia de variedades	Maduración Temprana	0.45 b	0.13	0.85 b	0.15	0.87 b	0.14
	Maduración Media	0.66 a	0.09	0.96 a	0.10	0.95 a	0.08
	Maduración Tardía	0.21 c	0.02	0.25 c	0.03	0.23 c	0.04
Cepa	Primavera Quedada	0.51a	0.21	1.19 a	0.16	1.08 a	0.43
	Retoño Quedado	0.40 a	0.18	0.98 a	0.13	0.95 a	0.32
	Soca	0.37 a	0.15	0.88 a	0.19	0.83 a	0.31
	Retoño	0.32 a	0.12	0.71 a	0.20	0.69 a	0.34
	Primavera del año	0.22 b	0.43	0.38 b	0.17	0.29 b	0.15
Tipo de suelo	Gleyzado sialitizado	0.33 b	0.05	0.47 b	0.09	0.52 b	0.07
	Gleyzado ferralitizados	0.38 b	0.03	0.42 b	0.02	0.51 b	0.14
	Aluviales	0.39 b	0.02	0.43 b	0.03	0.47 b	0.11
	Ferralitizado cálcico	0.71 a	0.05	0.89 a	0.07	0.78 a	0.05
	Fersialitizado cálcico	0.58 a	0.06	0.82 a	0.04	0.71 a	0.02

Valores con letras diferentes difieren significativamente para ($p \leq 0.05$).
* No aplicado en zafra 2015-2016.

CONCLUSIONES

- ✓ El incremento de la calidad de la materia prima en las tres zafras es superior cuando se aplica el madurador FitoMas M con respecto al Arrow y Glifhosate-Finale.
- ✓ En las tres zafras las variedades que integran la familia de madurez media, muestra los mayores incrementos en la calidad de la materia prima; los inferiores corresponden a las variedades que integran la familia de madurez tardía.
- ✓ La aplicación de maduradores varía en función del tipo de suelo, donde los incrementos de la calidad de la materia prima son superiores en los Ferralitizados cálcicos y Fersialitizados cálcicos.
- ✓ En las zafras analizadas el incremento de las toneladas del recobrado de pol en caña de azúcar/ha con la aplicación de los maduradores manifiesta su mayor respuesta con el FitoMas M, en la familia de variedades caracterizadas por su madurez media, las cepas de ciclo largo y en los suelos Ferralitizados cálcicos.

REFERENCIAS

1. Bertsch, F. (1998). La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. Costa Rica, ACCS, p, 157.
2. Sáenz Soto, J.O. (2004). Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.)* en Guatemala.USAC, p , 59.
3. Domingo, R. (1995). Fisiología de caña de azúcar" Universidad del Estado l Paulista Instituto de Biociencias, Campuus de Botucatu, Brazil, pp, 68-81.
4. Cox, C. (1996). Masculinity at Risk. Journal of Pesticide Reform, 16 (2):2-7.
5. Villegas, T.F., A. J. Arcila (2003). Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos normas para su aplicación. Publicaciones Cenicaña, ISSN 0120-5846, Serie Técnica 32, Cali, Colombia, pp 1-65
6. Arcia, J.; De León, M.E.; Santana, I.; Arcia, J.; De León, M.E.; Santana, I.; Sulroca, F. (2014). Los suelos. Factores limitantes y aptitud de las tierras. En: Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, pp 63-78.

LA MADURACIÓN QUÍMICA INDUCIDA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA. METODOLOGIAS PARA LA EVALUACIÓN DE MADURADORES

THE SUGARCANE CHEMICAL INDUCED RIPENING IN CUBA. MATUREINDUCED PRODUCTS EVALUATION METHODOLOGY

González, A.N*, Mesa, J.M*, Vera, A*, Álvarez, J.F*, Puchades, Y*, Rodríguez, R*, Hernández, G*, Betancourt G*, Torres, D*, Sieiro, G. L

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km $1^{1/2}$ Carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba. CP10800. ***alberto.gonzalez@inica.azcuba.cu***

RESUMEN

El trabajo presenta la Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, elaborada por investigadores y especialistas del Programa de Fitomejoramiento del INICA, en el período comprendido entre 2012 y 2013.Ella, está dividida en ocho secciones o partes integrantes. La presentación se introduce mediante el análisis de los conceptos y definiciones de metodologías. Se valórala relación de la maduración con los elementos del clima, donde se tiene en cuenta las influencias de las precipitaciones y las temperaturas, en la maduración natural de la caña de azúcar. Se informa la cronología y fundamentación del trabajo realizado para implementar la misma en el Sistema INICA-AZCUBA, a partir de la campaña de aplicación de madurantes 2013-2014 y se recomienda aplicar la Metodología presentada, para garantizar la calidad de esta actividad pre cosecha y su evaluación técnica económica.
Palabras Claves: Metodologías, productos, maduradores, evaluación, caña

ABSTRACT

The mature induced products evaluation methodology in Cuba is presented in this paper. It was elaborated by INICA Breeding Programs research and techniques, between 2012-2013 periods. It methodology was divided in eight components parts. The methodology presentation was a cross of the definitions and concepts analysis. Valoration maturation sand climax relationship, taking into account the rains and temperatures influences in the nature sugarcane maturations in Cuba was done. The worked done by INICA-AZCUBA's sugarcane estates, since 2013 to 2014 mature induced products apply periods, was informed too. It was recommended the present methodology apply ford to guarantee the economic evaluation and quality sugarcane mature induced products apply.
Key words: Methodology, products, maturations, evaluations, sugarcane.

INTRODUCCIÓN

Los maduradores son productos químicos sintéticos o naturales que inducen una acumulación de sacarosa en la caña de azúcar, superior a la producida por el manejo de las edades, períodos de cosecha, cultivares y otros factores ambientales (Arcila, 1990, Díaz, 2004, González y Rodríguez, 2009).

La maduración química en el cultivo de la caña de azúcar, es una práctica de gran importancia para mejorar el nivel de sacarosa y la calidad de la materia prima en la cosecha, es utilizada comercialmente en las principales regiones cañeras del mundo y constituye la única estrategia pre cosecha disponible, capaz de inducir incrementos significativos en la producción de azúcar con importantes beneficios económicos (Buenaventura, 1986, Arcila y Villegas, 1995, Leggio et al, 2002).

El trabajo se realizó con el objetivo de efectuar la presentación y divulgación de la Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra 2012-2013, el INICA y su Dirección de Fitomejoramiento; crearon, probaron y pusieron a punto la Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Esta tuvo como finalidad organizar el trabajo de evaluación de maduradores por campañas, a partir de las experiencias de zafras anteriores, con el objetivo de subsanar las principales deficiencias presentadas de orden práctico, técnico y metodológico.

Como elemento técnico organizativo, se tiene que antes del inicio de la campaña de maduradores se realizaron tres actividades de capacitación y organización fundamentales, para garantizar el éxito de la misma y el cumplimiento de los objetivos planteados con la realización del trabajo.

1.- Fue creada, presentada y entregada al equipo de trabajo designado para desarrollar y evaluar la campaña de maduradores, a los distintos niveles organizativos establecidos por la Dirección Central, la Metodología del INICA para Evaluar Maduradores, que salió a la luz el 19 de diciembre de 2012 y se realizó un recorrido provincia a provincia para puntualizar la misma.

2.- Fue realizado el primer Taller Nacional de Maduradores por parte del INICA, desarrollado en la Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Jovellanos en Matanzas, en marzo de 2013. Aquí se discutieron los resultados presentes en aquel momento, se analizó y aprobó la Metodología y se capacitó a los investigadores.

3.- Fue realizado el Taller de Maduradores de AZCUBA, en la Villa Azucarera Humberto Álvarez, de Matanzas, en noviembre de 2013, donde participaron los productores cañeros. Estos estuvieron representados por los Directores de APA, los Jefes de Producción de Caña y los Programadores de Cosecha, a nivel de Unidad Estatal Básica cañera y sus empresas azucareras. Aquí se capacitó a los productores cañeros y azucareros.

Para alcanzar los fines propuestos, fueron designados como máximos responsables en cada Territorio del país, por decisión del Director General del INICA, los directores de las Estaciones Provinciales de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), Estaciones Territoriales de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) y Los Grupos de Extensión y Servicios (GESA); dada la complejidad y prioridad de la tarea y como responsables técnicos de la misma fueron nombrados el Director y los Subdirectores del área de Fitomejoramiento de la sede central del INICA y de las estaciones provinciales y territoriales, respectivamente.

Se reestructuraron las comisiones temporales creadas por el Sistema de Trabajo INICA-AZCUBA, donde a los coordinadores de SERVAS le correspondió un papel protagónico por la novedad, de que era la primera vez que la aplicación de maduradores, constituía una salida del Servicio.

RESULTADOS

Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba

La Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba está dividida en varias secciones o partes integrantes; donde aparecen por su orden: Objetivos de trabajo, Validación de algoritmos y salidas del SERVAS referentes a los maduradores, Selección de las áreas a evaluar, Evaluaciones a realizar, Sistema de información(Evolución de la maduración del área aplicada yevolución del área aplicada),Base de Datos Única y Certificación de la información.

Las evaluaciones a realizar, se consideran la parte fundamental.Fueronelaboradas de la forma más integral, sencilla y concreta posible, teniendo en cuenta que cada año deben ser evaluadas miles de hectáreas de caña por un personal técnico muy especializado y capacitado, pero relativamente escaso para la magnitud y alcance de la tarea. Estas han sido conceptuadas, según se muestra en el cuadrosiguiente:

Para la aplicación práctica de la metodología de trabajo de los maduradores se definen un grupo de conceptos básicos, algunos de los cuales e relacionan a continuación.

Estaciones de muestreo (EM)

Todas las evaluaciones siempre serán realizadas en estaciones de muestreo fijas y específicamente algunas en cepas o plantones fijos, identificadas en cada campo con los medios que se disponga (Jalones, agujas, estaquillas, pancartas, etc.). En el caso de que se disponga de GPS las EM serán georeferenciadas, lo que posibilitará localizarlas en caso de perderse las marcas, así como en etapas posteriores a la cosecha. En cada campo a evaluar se establecerán tres estaciones de muestreo en forma de triángulo o en diagonal, de dos surcos de 7,50 m de largo, representativos del campo, evitando los sesgos de los efectos de borde y de la deriva en caso de utilizar franjas sin aplicación para el control.

Cuadro 1: Evaluaciones técnicas a realizar en las áreas cañeras aplicadas con productos madurantes

EVALUACIONES TÉCNICAS		
Directas en campo	***De Laboratorio***	***En fábrica***
Número de cepas, rebrote, retoñamiento,hojas activas, tallos molibles, tallos secos y renuevos /m^2, hijos aéreos, diámetro del tallo (cm), longitud del tallo, rendimiento agrícola, Brix superior, Brix medio, Brix inferior y el Índice de madurez (Relación existente entre el Brix superior y el Brix inferior expresada en porcentaje).	Peso de la muestra, Peso del jugo, Porcentaje de extracción, Brix, Pol en jugo, Pol en caña, Pureza y Rendimiento Potencial de Caña (RPC).	Una vez confeccionado y conciliado el plan de aplicación de maduradores, puede tenerse una certeza de cómo será procesada esa caña, si se conoce que el efecto completo de esos productos oscila alrededor de los 60 días posteriores a la aplicación. Cada equipo provincial deberá dar seguimiento y llevar una secuencia de los principales parámetros industriales, por lo menos en los 5 a 10 días previos de procesarse la caña tratada y durante los días que la misma se procese e igual cantidad de días posteriores. En ese período debe conocerse y evaluarse además que porcentaje del total de caña molida representó el volumen de caña tratada.

Evaluación de partida

Conocida también como "evaluación cero", previo a la aplicación se hará una evaluación del estado fisiológico de la plantación, mediante la valoración del brix, índice de madurez, población molibles, no molibles, secos, renuevos y el número de hojas activas, entre otras variables. Esta evaluación reviste una importancia extraordinaria, pues en algunos casos permitirá corregir la recomendación si fuera necesario, por un estado avanzado de la maduración de los campos seleccionados.

Calidad de la aplicación

Se hará una valoración de la calidad de la aplicación sobre la base de los siguientes parámetros, verificados previamente y al momento de la aplicación: hora de aplicación, condiciones climáticas en el entorno de la aplicación, preparación del personal involucrado (Responsable de la aplicación, bandereros), estaquillado de los campos y calidad de las banderas, preparación del producto, mezcla, dosis correcta y calidad de los medios de aplicación. Si dos de los aspectos anteriores no resultan satisfactorios, la aplicación se considerará regular y si son más la calidad, entonces será mala. Para lograr la veracidad que requiere esta evaluación, será necesaria la presencia de al menos un miembro del equipo de trabajo al momento de la aplicación.

Dinámica de las evaluaciones

Se realizarán las evaluaciones cada 20 días, ello permitirá tener por lo menos cuatro evaluaciones desde el momento de la aplicación hasta la cosecha si la misma se efectúa a los 60 días. La primera al momento o previo a la aplicación "evaluación cero" o "control", segunda a los 20 días, tercera a los 40 y última a los 60 días, que es cuando se recomienda la cosecha, más menos, en dependencia de los productos utilizados. Si esta no se efectuara en el plazo establecido (60 días), se continuarán realizando las evaluaciones de la dinámica, reduciéndose los plazos a 10 días hasta que se efectúe la misma, para poder hacer una valoración del posible deterioro.

Sistema de información

Se debe ofrecer una información sistemática, que permita conocer tanto por la gerencia, como por los técnicos que desarrollan el trabajo de evaluación, los verdaderos aciertos y desaciertos de la tecnología, de manera que se convierta en una herramienta útil para lograr la eficiencia que se espera y que sirva de base para la toma de decisiones.El sistema de información cumplirá sus objetivos, si se logra una disciplina estricta. Primeramente la información debe tomarse bien (Cumplir con la metodología de evaluación, que sea homogénea en todas las partes, etc.), se capture en el formato establecido y se verifique, antes de su envío, la lógica biológica de las observaciones, así como finalmente se envíe en los plazos que se decida. De esta forma funcionará el sistema de información. Se propone un sistema sencillo y útil a la vez, cuyos reportes se desprenden de la base de datos que se establezca, si toda la información es capturada correctamente. Se proponen dos reportes, evolución del área aplicada y evolución de la maduración del área aplicada.

Base de Datos Única y Certificación de la Información

A partir de las experiencias, ha quedado bien definida la necesidad de contar con una Base de Datos Única, para el trabajo. Cada equipo de trabajo debe ceñirse a la misma y no utilizar otras bases de datos diferentes. Se procederá también a certificar la información que se emite al organismo superior.

CONCLUSIONES

Disponer de una metodología para la evaluaciónde maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, resulta un aspecto importantepara el Sistema de Trabajo de AZCUBA,porque garantiza la calidad de las campañasde aplicación de estos costosos productos y sobre todo su evaluación técnica económica. En la actualidad, este Sistema cuenta con una metodología para la evaluación de los maduradores, comisiones temporales y permanentes de trabajo creadas de conjunto con el INICA y el Instructivo Técnico para la Aplicación de Maduradores; razones que permiten afirmar que su aplicación en caña de azúcar, es una tarea más de los servicios especializados que el INICA ofrece a los productores cañeros y constituye un ejemplo concreto de la utilización de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de caña de azúcar. Se recomienda aplicar la Metodología para la evaluación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, para garantizar la calidad de las campañas y sobre todo su evaluación técnica económica.

REFERENCIAS

1.- Arcila, A.J:Análisis técnico económico de la maduración química de la caña en el ingenio Risaralda S.A. Asociación colombiana de productores y proveedores de caña de azúcar (PROCAÑA). Memorias. Cali. Colombia.18 p.1990.

2.- Díaz, J: Maduración química y control de la floración. Informe. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. Cuba. 2004. 10p. 2004.

3.- González, A y L. Rodríguez: Resultados del Programa de Variedades, Semilla, Siembra y Organización de Cosecha de CALESA. Informe de Etapa: Noviembre–Diciembre de 2009. CALESA. Panamá. Folleto Impreso. 57p. 2009.

4.- Buenaventura, C: Control de la maduración de caña de azúcar. Memorias. Ed. Por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Técnicaña. P. 299-308. 1986.

5.- Arcila, J y F. Villegas: Uso de madurantes. En: CENICAÑA. El cultivo en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. p. 315-335.1995.

6.- Leggio, M.F., E. Romero., L. Alonso., J. Fernández., P. Digonzelli., J.Giardina., M. Tonatto y S. Cason: Maduración química de la caña de azúcar, recomendaciones. Manual del Cañero. Capítulo 14. p 175-184.2002.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

CLIPPING-TEST: UN SISTEMA RAPIDO PARA DETECTAR EFICACIA DE GLIFOSATO EN GRAMINEAS

CLIPPING-TEST: A RAPID SYSTEM TO DETECTED GLYPHOSATE EFFICACY IN GRASSES

Fernández, P.T[1].*; Roldan, R[1].; García, A.J.[1]; Khalil, B. [2]; Bracamonte, E.[3]; Saborido, A.[4]; De Prado, R[1].

[1]Departamento de Química Agrícola y Edafología. Edificio C-3, Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, España.
[2] Universidad de Mohaghegh Ardabili, Iran
[3] Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
[4] Monsanto Agricultura España S.L. Avda. Burgos 17, 10ª, CP. 28036 Madrid

RESUMEN

El método desarrollado por Monsanto (St. Louis, MS, USA) consiste en sumergir plantas con 3-4 hojas en una solución de glifosato (1.080 g ae ha^{-1}) durante 3 seg. y dejar secar 30 min. Pasado este tiempo las plantas se cortan a 1 cm del suelo y posteriormente se colocan en un invernadero o cámara de crecimiento durante 7 días. Finalmente se midió la eficacia en función de la fuerza de rebrote de las plantas de maíz.

La investigación se realizó comparando la eficacia de siete formulaciones de glifosato (1. Control no tratado; 2. Formulación glifosato 36%; 3. Formulación glifosato 36%; 4. Formulación glifosato 36%; 5. Formulación glifosato 48%; 6. Formulación glifosato 68%; 7. Formulación glifosato 72%; 8. Formulación glifosato 50% sobre el crecimiento de un hibrido de maíz. Después de una semana del tratamiento se apreciaron diferencias en el rebrote dependiendo del tipo de formulación utilizada. Así, el orden de eficacia de las diferentes formulaciones fue la siguiente: 5 > 4 > 8 > 6 > 2 > 7 > 3.

Paralelamente se realizó un estudio de retención foliar (ml g-1 materia seca) de glifosato sobre el mismo hibrido de maíz, siendo la mayor retención para la formulación 6 y 5 (0.329 y 0.326 respectivamente) y la menor para 3 (0.174). Estos valores nos permiten concluir que hay una relación directa entre mayor eficacia y mayor retención del herbicida.

PALABRAS CLAVE: Glifosato, eficacia, test rápido, maíz.

ABSTRACT

The method was developed by Monsanto (St. Louis, MS, USA) which consists of dipping plants with 3-4 leaves into a solution of glyphosate (1,080 g ae ha-1) for 3 sec and drying them for 30 min. After this time the plants are cut 1 cm above the soil surface and later they are placed in a greenhouse or growth chamber for 7 days. Finally, the herbicide efficiency was measured as a function of the plant regrowth strength. The research was performed comparing the efficacy of seven glyphosate formulations (1. Untreated control, 2. Glyphosate formulation 36%, 3. Glyphosate formulation 36%, 4. Glyphosate formulation 36%, 5. Glyphosate formulation 48%, 6. Glyphosate formulation 68%, 7. Glyphosate formulation 72%, 8. Glyphosate formulation 50% on the growth of a maize hybrid. After one week of treatment, differences in regrowth were observed, depending on the type of formulation used. The efficacy order was the following: 5 > 4 > 8 > 6 > 2 > 7 > 3. At the same time, a foliar glyphosate retention study on the same maize hybrid was carried out, with the highest retention for formulation 6 and 5 (0.329 and 0.326 ml g-1 dry matter respectively) and the lowest for formulation 3 (0.174 ml g-1 dry matter). These values allow us to conclude

that there is a direct relationship between greater efficiency and greater herbicide retention.

The clipping test is a rapid and economic method that can be used to detect the sensitivity of a herbicide in a cereal crop or to investigate the resistance / tolerance to herbicides in grass weeds. We are improving this system with molecules with different action mechanism and further grass weeds.

KEY WORDS: Glyphosate, efficacy, fast test, corn.

INTRODUCCIÓN

La adopción del uso de herbicidas ha representado un gran avance en el manejo de malezas en el mundo. La importancia de los herbicidas viene apoyada por ser la herramienta fitosanitaria más utilizada 48% en la protección de cultivos (Heap, 2014). Una rápida, eficiente y precisa diagnosis de nuevos herbicidas y sus diferentes formulaciones es necesaria para poder realizar un buen manejo integrado y así evitar selección de malezas resistentes y diseminación de sus semillas (Beckie et al., 2000; Vidal et al., 2006). En el presente trabajo presentamos una rápida y barata herramienta de diagnosis que determina la eficacia de glifosato y diferentes formulaciones aplicadas en maíz.

MATERIALES Y METODOS

Clipping test.

Para este trabajo se utilizaron semillas de maíz hibrido recolectadas en verano del año 2016. Todas las semillas fueron germinadas en una mezcla de turba de plantación y arena 1-1 humedecida, y colocadas en cámara de crecimiento a 28/18 ºC (día/noche) bajo un fotoperiodo de 16 h, 850 µmol m^{-2} s^{-1} flujo fotosintético y 80% de humedad relativa. Las plántulas fueron trasplantadas a macetas que contenían la misma combinación de suelo y colocadas de nuevo en la cámara de crecimiento en las mismas condiciones.
Cuando alcanzaron un tamaño de 3-4 hojas las plantas fueron sumergidas durante 3 segundos en las distintas formulaciones de glifosato que fueron preparadas con anterioridad a la dosis de 1080 g ia. ha^{-1} en vaso de precipitado con el suficiente tamaño para introducir la planta con facilidad y sin ocasionarle ningún daño. Su utilizaron 6 plantas por tratamiento y 6 plantas de control para compararlo con el resto. Tras la inmersión se dejaron secar durante 30 minutos a temperatura ambiente y posteriormente fueron cortadas a 1 cm del suelo. Después fueron trasladadas de nuevo a la cámara de crecimiento para comprobar a diario su rebrote y crecimiento. A los 7 días después del tratamiento se realizó una evaluación visual con respecto al control.

Retención foliar.

Los ensayos de retención foliar del herbicida se realizaron siguiendo añadiendo a la mezcla herbicida un indicador visual (100 mg de fluoresceína por litro de NaOH 5 mM). Se realizaron 7 repeticiones para cada formulación.
Una vez secas las hojas, se cortaron las plantas a nivel del suelo y se colocaron, individualmente, en probetas tapadas con papel parafinado, que contenían 50 ml de NaOH 5mM cada uno para, posteriormente, se agitaron durante 30 segundos y de ese modo eliminar los posibles restos de herbicida y de colorante que pudiera quedar en el tejido del follaje.
Se realizaron las lecturas de las soluciones de lavado mediante un espectrofluorímetro (F- 2500, Hitachi, Japón) a una longitud de onda de 490 nm para excitación y 510 nm para emisión.
Los tejidos cortados fueron empaquetados en sobres de celulosa y secados en un horno a 80ºC durante 72 horas para pesarlos posteriormente. La retención fue expresada en µl de glifosato formulado g^{-1} de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se puede observar en la Tabla 1 y Figura 1 después de 7 días de la inmersión de las plantas en las diferentes formulaciones (1080 g ae L^{-1}) la eficacia es diferente entre ellas. La evaluación visual del crecimiento se realizó dando un valor 0 al control no tratado y 100 a las plantas muertas. Siguiendo esta observación podemos concluir que las formulaciones 5, 4 y 8 son las que tuvieron una mayor eficacia, mientras que la formulación 3 estaba más cerca del control tratado que de las otras formulaciones.

Las características de la superficie de la hoja y la arquitectura de la planta contribuyen a la variabilidad en la cantidad de solución herbicida retenida por las plantas tratadas. La retención foliar de un herbicida en una misma especie (maíz en nuestro caso) es un parámetro muy interesante y eficaz para poder explicar la eficacia entre formulaciones de un mismo tipo de herbicida. Nuestros resultados indican que las formulaciones 6, 5, 8 y 4 son las que más glifosato retuvieron en las hojas de maíz, lo que podría explicar en parte la mayor eficacia de las formulaciones 5, 8 y 4 pero no el caso de la formulación 6. Esto indica que otros factores como absorción y translocación de glifosato a su proteína de enlace EPSPS tienen que ser considerados (Michitte et al., 2007).

Tabla. Evaluación visual y retención de diferentes formulaciones de glifosato aplicado sobre plantas de maíz con tres hojas.

	Formulación	Evaluación visual crecimiento (% de control)	Retención foliar (µl glifosato g^{-1})
1	Control no tratado	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2	Glifosato 36%	59.00 ± 2.50	0.245 ± 0.01
3	Glifosato 36%	12.00 ± 1.00	0.174 ± 0.02
4	Glifosato 36%	87.00 ± 2.50	0.281 ± 0.02
5	Glifosato 48%	92.00 ± 2.00	0.326 ± 0.02
6	Glifosato 68%	76.00 ± 1.50	0.329 ± 0.02
7	Glifosato 72%	33.00 ± 2.00	0.217 ± 0.03
8	Glifosato 50%	80.00 ± 3.50	0.289 ± 0.02

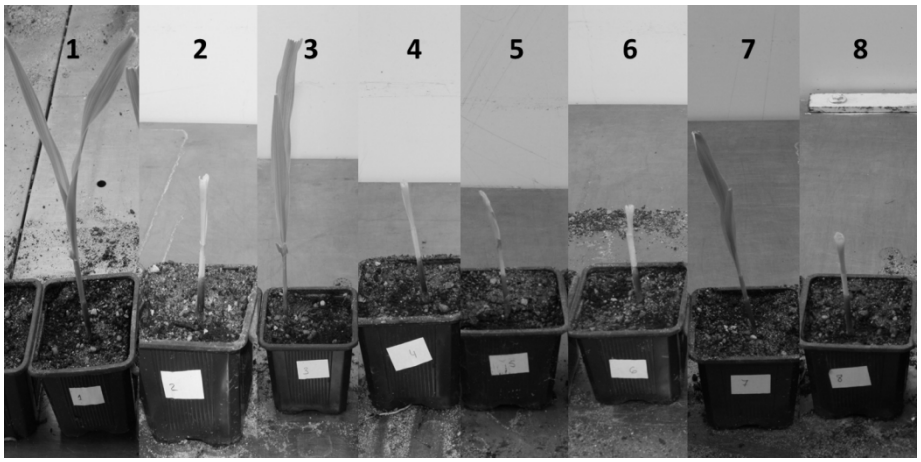


Figura 1. Eficacia de diferentes formulaciones de glifosato. La aplicación se realizó por inmersión de las plantas de maíz en diferentes soluciones de glifosato (1080 g ae L^{-1}).

CONCLUSION

Clipping-test es un método rápido que puede ser utilizado para detectar la sensibilidad de una molécula herbicida en un cultivo anual de hoja estrecha o bien conocer la resistencia/tolerancia de una gramínea a un herbicida. Nosotros estamos mejorando este sistema utilizando herbicidas con diferentes mecanismos de acción en diferentes tipos de gramíneas.

REFERENCIAS

Beckie, H.J., Heap, I.M., Smeda, R.J. y Hall, L.M. 200. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technology*.14: 428-445. 2000.

Heap, I. 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Manag. Sci.* 70: 1306-1315.

Michitte, P., De Prado, R., Espinoza, N., Ruiz-Santaella, J.P., Gauvrit, C. 2007. Mechanisms of resistance to glyphosate in a ryegrass (*Lolium multiflorum*) biotype from Chile. Weed Sci 55:435–440.

Vidal, R.A., Lamego, F.P. y Trezzi M.M. 2006. Diagnostico da Resistencia aos herbicidas em plantas daninhas. *Planta Daninha*. 24. 597-604.

RESPUESTA DE BIOTIPOS RESISTENTES A GLIFOSATO DE *PASPALUM PANICULATUM* A LOS GRAMINICIDAS FLUAZIFOP-P BUTILO Y HALOXIFOP METILO

RESPONSE OF GLYPHOSATE-RESISTANT BIOTYPES OF *PASPALUM PANICULATUM* TO FLUAZIFOP-P BUTYL AND HALOXYFOP METHYL

Ramírez, F*[1]; Valverde, B.E.[2]
fernando.ramirez.munoz@una.cr
1: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional. Costa Rica.
2: Investigación y Desarrollo en Agricultura Tropical. Alajuela, Costa Rica.

Resumen

Se evaluó la respuesta a los herbicidas fluazifop-p butilo y haloxifop metilo de plantas de tres poblaciones o biotipos de *Paspalum paniculatum* previamente caracterizados como resistentes y susceptibles a glifosato, mediante bioanálisis de invernadero con dosis crecientes de los graminicidas y se calculó la dosis efectiva media que reduce en un 50% el peso fresco de plantas tratadas en relación con el testigo sin asperjar. Se encontró que todos los biotipos de *P. paniculatum*, tanto resistentes como susceptibles a glifosato, fueron susceptibles a ambos graminicidas, por lo que se descarta que exista resistencia múltiple en las poblaciones evaluadas.
Palabras clave: fluazifop-p butilo, haloxifop metilo, *Paspalum paniculatum.*

Abstract

The response to fluazifop-p butyl and haloxyfop methyl of three biotypes each of *Paspalum paniculatum* previously characterized as glyphosate-susceptible and –resistant was determined in greenhouse dose-response bioassays. Based on the respective effective doses, i.e. the graminicide dose that reduces the fresh weight of treated plants by 50% compared to the corresponding untreated control, all *P. paniculatum* biotypes were susceptible to both fluazifop-p butyl and haloxyfop methyl thereby establishing that no multiple resistance has evolved in the studied populations.
Key words: fluazifop-p butyl, haloxyfop methyl, *Paspalum paniculatum*.

Introducción

La evolución de malezas resistentes a glifosato en Costa Rica es motivo de preocupación, ya que este es el herbicida de mayor uso en el país. Debido a su amplio espectro de acción, su relativo bajo precio y fácil disponibilidad, es ampliamente usado, principalmente en cultivos perennes (52% del total) y en zonas no agrícolas (37%) (Ramírez *et al*. 2017). El control químico de malezas es el método preferido en fincas con cultivos extensivos; la presencia de poblaciones de *Paspalum paniculatum* y *Eleusine indica* resistentes al glifosato en el país inicialmente en plantaciones de pejibaye para palmito y banano (Valverde, 2010) también ha sido observada en cultivos como, plátano, yuca y café. Para controlar las poblaciones resistentes, los productores utilizan otros herbicidas, preferiblemente los graminicidas sistémicos como fluazifop-p butilo y haloxifop metilo. Por este motivo se determinó eficacia biológica de ambos graminicidas sobre biotipos de *P. paniculatum* resistentes a glifosato.

Materiales y Métodos

Se realizaron bioanálisis de invernadero con plantas de 3 biotipos de *P. paniculatum* con resistencia comprobada al glifosato (biotipos B, D y L) y con 3 biotipos susceptibles (biotipos H, C y T) (Ramírez, 2016). Las plantas se obtuvieron de semilla sexual germinada en platos de petri y se trasplantaron y crecieron en macetas plásticas en el invernadero. Cuando tenían entre 4 hojas a 2 hijos, se asperjaron una sola vez con las diferentes dosis de los herbicidas (Cuadro 1), usando un equipo accionado por CO_2 con boquilla de abanico plano 8002 y descarga de 200 L ha^{-1}. Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con 5 repeticiones y los experimentos se repitieron.

Cuadro 1. Dosis crecientes de herbicidas (g e.a.ha^{-1})

Dosis	**Fluazifop-p butilo**	**Haloxifop metilo**
0	0	0
1	0,85	0,57
2	1,71	1,03
3	3,31	2,18
4	6,62	4,31
5	13,35	8,62
6	26,70	17,24
7	53,40	34,47
8	106,80	68,94

Transcurridos 21 días de la aplicación se evaluó visualmente el daño provocado por los herbicidas y se determinó el peso fresco por maceta para obtener el valor de la Dosis Efectiva Media (DE_{50}), que corresponde a la dosis de herbicida que reduce el crecimiento de la planta a la mitad del logrado por las plantas testigo. Los valores de DE_{50} se calcularon basados en la curva de respuesta a dosis, usando el modelo logístico descrito por Seefeldt *et al*. (1995).

Resultados y Discusión

Los biotipos de *P. paniculatum* resistentes y susceptibles al glifosato respondieron de manera similar al fluazifop-p butilo y haloxifop metilo por lo que no hubo diferencias en valores de DE_{50} obtenidos (Cuadro 2). En todos los casos las plantas murieron cuando se trataron con fluazifop-p butilo y haloxifop metilo en dosis entre 53,4 y 106,8 g equivalente ácido (e.a.) y entre 57,5 y 114,9 g e.a., respectivamente.

Cuadro 2. Respuesta a herbicidas graminicidas de biotipos de *Paspalum paniculatum* resistentes y susceptibles a glifosato.

Biotipo	**Respuesta al glifosato**	**ED_{50} (g e.a. ha^{-1})**	
		Fluazifop-p butilo	**Haloxifop metilo**
D	Resistente	12,04	7,94
L	Resistente	12,55	8,66
B	Resistente	16,55	15,29
H	Susceptible	13,48	7,93
C	Susceptible	12,15	10,07
T	Susceptible	18,75	13,40

Cuando una población de una maleza evoluciona resistencia a un herbicida particular, la práctica química más común para controlarla es utilizar otra herbicida que posea un mecanismo de acción diferente. El glifosato inhibe la biosíntesis de aminoácidos aromáticos y otros productos secundarios (Jaworski, 1982), mientras que el fluazifop butilo y haloxifop metilo actúan sobre la síntesis de ácidos grasos (WSSA, 1987). La rotación de herbicidas con modos de acción diferentes también es apropiada para prevenir la evolución de resistencia. Cuando las poblaciones de malezas están sujetas a una gran presión de selección por el uso persistente de herbicidas, pueden acumular mecanismos de resistencia diversos que les confieren resistencia múltiple a herbicidas de diferentes clases o familias (Hall *et al.* 1994). No es este el caso de las poblaciones estudiadas de *P. paniculatum*, aunque es previsible que si se depende exclusivamente del fluazifop-p butilo y haloxifop metilo para su control, los cuales comparten el mismo mecanismo de acción, aumenta el riesgo de evolución de resistencia múltiple.

Conclusiones

Los biotipos resistentes y susceptibles al glifosato responden de manera similar a los herbicidas graminicidas fluazifop-p butilo y haloxifop metilo. Las poblaciones evaluadas de *P. paniculatum* resistentes a glifosato, se pueden controlar de manera efectiva con esos herbicidas, descartándose que exista resistencia múltiple.

Referencias bibliográficas

Hall, LM; Holtum, JAM; Powles, SB. 1994. Mechanisms responsible for cross resistance and multiple resistance. In Holtum, JAM y Powles, SB, eds. Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 243-261

Jaworski, EG. 1982. Mode of action of N-phosphonomethyl glycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. J. Agric. Food Chem. 20:176-193

Ramírez, F; Bravo, V; Herrera, G. 2017. Uso del herbicida glifosato en Costa Rica en el periodo 2007 a 2015. Uniciencia. 31(1):59-72

Ramírez, Fernando. 2016. Resistencia al glifosato en biotipos de zacate cabezón (*Paspalum paniculatum* L.) de la Región del Caribe de Costa Rica. Uniciencia. 30(2):75-85

Seefeldt, SS; Jensen, JE. Fuerst, EP. 1995. Log-Logistic analysis of herbicide dose response relationships. Weed Technology 9 (2):218-227

Valverde, BE. 2010. Status and management of glyphosate-resistant weeds in Latin America. In Nandula, VK, ed. 2010. Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. pp 249-280

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1989. Herbicide Handbook. Humphrey Press Inc. New York. 365 p.

HUELLA METABÓLICA DE UN BIOTIPO DE *Avena fatua* CON RESISTENCIA MÚLTIPLE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS INHIBIDORES DE LA ACCasa Y ALS

BIOTYPE'S METABOLIC PRINT OF *Avenafatua* WITH MULTIPLE RESISTANCE BEFORE, AND AFTER, THE APLICATION OF AN ACCase AND ALSHERBICIDE INHIBITORS

Tafoya, J.A*[1], Torres, J.R.[2], Velázquez, S.[2], Tiessen[2], A.

[1]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, México.
[2]Departamento de Ingeniería Genética, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), Unidad Irapuato, México.
*atafoyarazo@yahoo.com.mx

RESUMEN

La resistencia a los herbicidas puede ser causada por mutaciones puntuales en los dominios de unión, sitios catalíticos y otras regiones dentro de las enzimas multiméricas. Se utilizó la espectrometría de masas con inyección directa de electrospray (DIESI-MS) para la identificación de alto rendimiento de huellas metabólicas para encontrar diferencias significativas entre los biotipos en respuesta a la aplicación de herbicidas. Se caracterizó un biotipo mexicano de avena silvestre (*Avena fatua*) que muestra múltiples resistencias a herbicidas inhibidores de ACCasa y ALS. La prueba dosis-respuesta mostró que el biotipo resistente doble tenía un índice de resistencia de 3.58 para pinoxaden y 3.53 para mesosulfurón-metilo. La resistencia fue acompañada por mutaciones características en el sitio de acción: una I-1781-L sustitución ocurrida en la enzima ACCasa y una S-653-N mutación se identificó dentro de la enzima ALS. Otras mutaciones también fueron detectadas en los genes de los biotipos mexicanos. La huella ionomica mostró que el biotipo resistente múltiple tenía un patrón metabólico marcadamente diferente bajo condiciones de control y que esta diferencia se acentuó después del tratamiento herbicida. Esto demuestra que los cambios individuales de las secuencias de aminoácidos pueden producir varias modificaciones holísticas en el metabolismo de las plantas resistentes en comparación con las plantas susceptibles

Palabras clave DIESI-MS, Pinoxaden, Mesosulfuron-methyl, BajioMexico, metabolismo

ABSTRACT

Herbicide resistance can be caused by point mutations at the binding domains, catalytical sites and other regions within multimeric enzymes. Direct-Injection Electrospray Mass Spectrometry (DIESI-MS) was used for high-throughput metabolic fingerprinting for finding significant differences among biotypes in response to herbicide application. A mexican biotype of wild oat (*Avenafatua)* that displays multiple resistances to ACCase- and ALS-inhibiting herbicides was characterized. The dose-response test showed that the double resistant biotype had a resistance index of 3.58 for pinoxaden and 3.53 for mesosulfuron-methyl. Resistance was accompanied by characteristic mutations at the site of action: a I-1781-L substitution occurred in the ACCase enzyme and a S-653-N mutation was identified within the ALS enzyme. Other mutations were also detected in the genes of the mexican biotypes. The ionomic fingerprint showed that the multiple resistant biotype had a markedly different metabolic pattern under control conditions and that this difference was accentuated after herbicide treatment. This demonstrates that single changes of amino acid sequences can produce several holistic modifications in the metabolism of resistant plants compared to susceptible plants.

Keywords.: DIESI-MS, Pinoxaden, Mesosulfuron-methyl, BajioMexico, metabolism

INTRODUCCION

Los herbicidas inhiben enzimas específicas del metabolismo biosintético tales como acetil-coenzima A carboxilasa (ACCasa) y Acetolactatosintasa (ALS) (Powles y Yu, 2010). La resistencia a los herbicidas puede ser causada por mutaciones puntuales en los dominios de unión, sitios catalíticos y otras regiones

dentro de las enzimas multiméricas. Estas mutaciones pueden causar otras modificaciones en el metabolismo de las plantas resistentes (Kishore y Shah, 1988). El uso de la espetrometría de masas puede ayudar a realizar perfiles metabólicos que sirvan para diferenciar las respuestas de los biotipos resistentes antes y después de la aplicación de herbicidas. EL objetivo del presente trabajo fue determinar las diferencias en la huella metabólica de un biotipo de *Avena fatua* con resistencia a inhibidores de la ACCasa y ALS.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usó un biotipo de *Avena fatua* de la región del Bajío, Guanajuato. Este biotipo a sido reportado con problemas de control con herbicidas que inhiben la síntesis de lípidos y la ALS. Se realizaron pruebas de dosis respuesta y la secuenciación de los genes que codifican para cada enzima blanco.
Se realizó un experimento de aplicación de herbicidas y se utilizó la espectrometría de masas con electrospray de inyección directa (DIESI-MS) para la identificación de alto rendimiento de huellas metabólicas para encontrar diferencias significativas entre los biotipos en respuesta a la aplicación de herbicidas. Los tratamientos fueron susceptible con aplicación de ACCasa (SACC) y ALS (SALS) y con doble aplicación (SDOB). Resistente con aplicación de ACCasa (RACC) y ALS (RALS) y con doble aplicación (RDOB).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba dosis-respuesta mostró que el biotipo resistente tenía un índice de resistencia de 3.58 para pinoxaden y 3.53 para mesosulfurón-metilo (Figura 1). La resistencia fue acompañada por mutaciones características en el sitio de acción: una I-1781-L sustitución ocurrida en la enzima ACCasa y una S-653-N mutación se identificó dentro de la enzima ALS. Ambas mutaciones han sido reportadas como causantes de la resistencia por mutación en el sitio de acción (Powles y Yu, 2010).

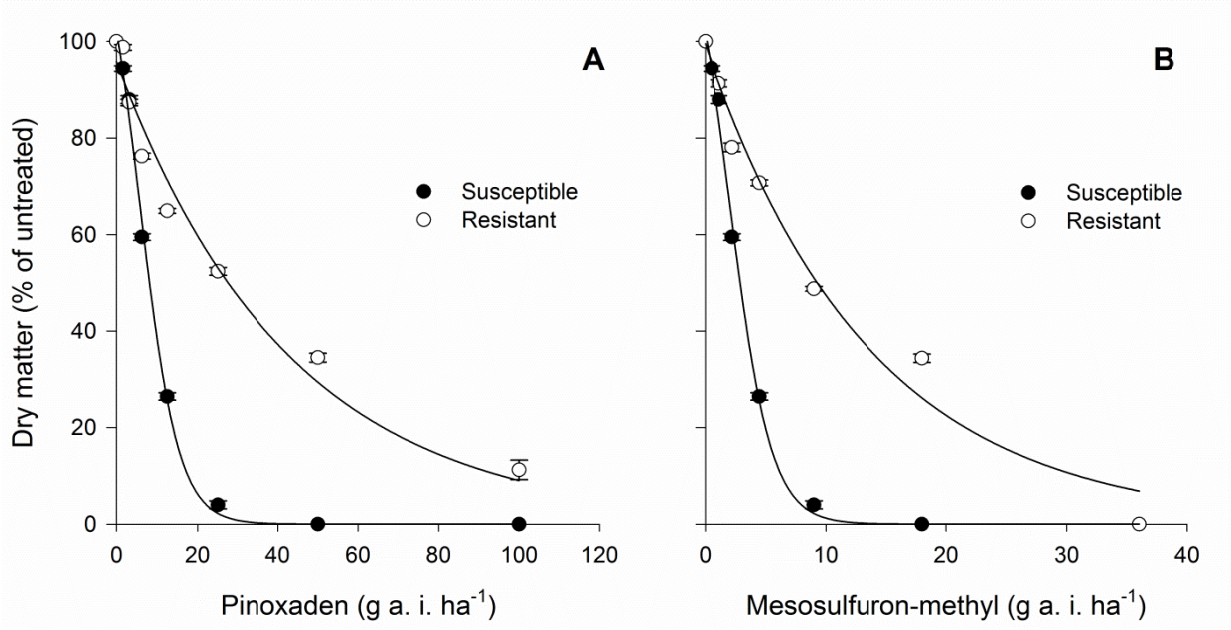


FIGURA 1. Ensayo de dosis-respuesta para determinar la resistencia a herbicidas inhibidores de la síntesis de la ACCasa (pinoxaden) de la las ALS (messulfuron-methyl) en *Avena fatua*.

La huella ionomica mostró que el biotipo resistente múltiple tenía un patrón metabólico similar al susceptible bajo condiciones de control y que esta diferencia se acentuó después del tratamiento herbicida (Figura 2). Las respuestas del biotipo fueron diferentes de acuerdo al tipo de herbicida empleado. Esto demuestra que los cambios individuales de las secuencias de aminoácidos pueden producir varias modificaciones holísticas en el metabolismo de las plantas resistentes en comparación con las plantas susceptibles. Este es el primer estudio que demuestra las diferencias metabólicas en plantas con resistencia a herbicidas.

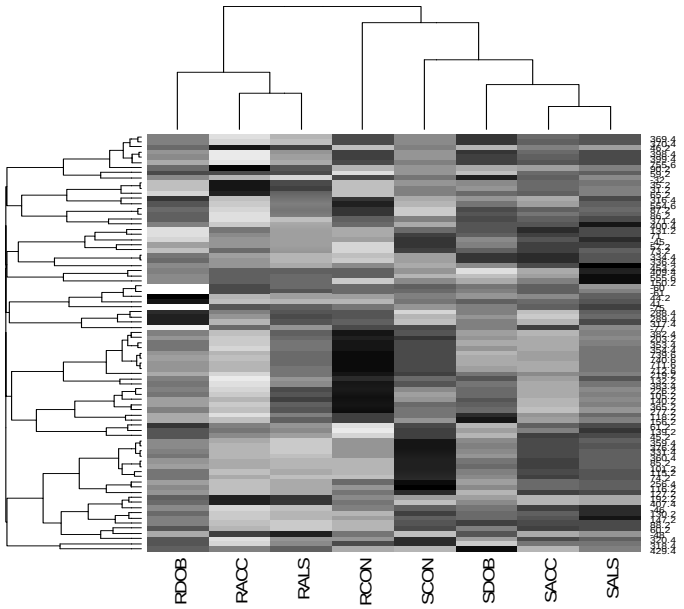


Figura 2. Perfil metabólico de los tratamientos con herbicidas. Susceptible con aplicación de ACCasa (SACC) y ALS (SALS) y con doble aplicación (SDOB). Resistente con aplicación de ACCasa (RACC) y ALS (RALS) y con doble aplicación (RDOB).

CONCLUSIÓN

Nuestra conclusión es que, además de la resistencia genética, mecanismos adicionales de adaptación metabólica y desintoxicación pueden ocurrir en plantas con resistencia múltiple.

REFERENCIAS

M. García-Flores, S. Juárez-Colunga, A. García-Casarrubias, S. Trachsel, R. Winkler, A. Tiessen, Metabolic profiling of plant extracts using direct-injection electrospray ionization mass spectrometry allows for high-throughput phenotypic characterization according to genetic and environmental effects, J. Agric. FoodChem. (2015). doi:10.1021/jf504853w.

G.M. Kishore, D.M. Shah, Amino Acid Biosynthesis inhibitors as Herbicides, Annu. Rev. Biochem. 57 (1988) 627–663.

S.B. Powles, Q. Yu, Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides, Annu. Rev. Plant Biol. 61 (2010) 317–47. doi:10.1146/annurev-arplant-042809-112119.

RESISTENCIA A 2,4-D EN UN BIOTIPO DE NABO (*Brassica rapa*) DETECTADO EN EL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

2,4-D RESISTANCE IN A BIOTYPE OF TURNIP (*Brassica rapa*) DETECTED IN THE CENTER OF BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA

Juan, V.F.[1] *, Núñez Fré, F.R.[1, 2]*, Saint André, H.M.[1]*, Ciolli, S.A.[1]*, Fernández, R.R.[1]

[1]Grupo de Investigación de la Cátedra de Terapéutica Vegetal Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FAA-UNCPBA).
[2]Becario Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-PBA).
*E-mail: vjuan@faa.unicen.edu.ar

RESUMEN

Brassica rapa (L.), es una maleza de ciclo otoño-inverno-primaveral, conocida en Argentina como "Nabo" que se encuentra ampliamente difundida por todo el territorio del país. Es una especie perteneciente a la familia Brassicaceae, que en la provincia de Buenos Aires se comporta como invasora principalmente en los cultivos de cereales como trigo y cebada y los barbechos destinados a soja, maíz y girasol. Recientemente en la zona centro de esta provincia, se detectaron poblaciones de Nabo que no fueron afectadas por tratamientos con el herbicida 2,4-D. Para evaluar y documentar el primer caso de resistencia a este herbicida en Argentina, se recolectaron semillas, se cultivaron plantas y se realizaron curvas de dosis respuesta con concentraciones crecientes de 2,4-D, utilizando como testigo poblaciones de Nabo sensibles. Se comprobó la existencia de un biotipo resistente a dicho herbicida, estableciéndose un índice de resistencia de 5,13.

PALABRAS CLAVE: Acido 2,4-Diclorofenoxiacetico; Brassicaceae; maleza; población resistente.

ABSTRACT

Brassica rapa (L.), is an autumn-winter-spring weed, known in Argentina as "Nabo", widespread throughout the country. It is a species that belongs to the Brassicaceae family, which behaves as invasive in cereal crops such as wheat and barley and in fallow land prior to soybeans, corn and sunflower crop in the province of Buenos Aires. Recently, in the central area of this province, not affected by 2,4-D herbicidal treatments populations of Nabo were detected. In order to assess and document a possible resistance case, seeds were collected, and dose-response curves with increasing concentrations of 2,4-D were performed, using sensitive populations as control. It was verified the existence of resistant biotype to the above-mentioned herbicide, settling a resistance index of 5.13.

KEY WORDS: 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid; Brassicaceae; weed; resistant population.

INTRODUCCIÓN

Brassica rapa (L.), es una maleza de ciclo otoño-inverno-primaveral, conocida en Argentina como Nabo que se encuentra ampliamente difundida por todo el país y que pertenece a la familia Brassicaceae. Las Brassicaceae (Cruciferae) conforman un grupo monofilético que incluye alrededor de 338 géneros y unas 3709 especies de plantas tanto silvestres como cultivadas, que se encuentran distribuidas por todo el mundo, debido a su capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas (Al-Shehbaz et al., 2006).

La especie es originaria de Europa y Asia, y es considerada de importancia a nivel mundial por provocar reducciones de productividad en cultivos y campos de pastoreo.
En Argentina se considera una maleza importante que se encuentra distribuida en las provincias de Salta, Jujuy, San Juan, Santa Fé, Entre Ríos, La Pampa, Buenos Aires, Río Negro, Chubut y Tierra del Fuego. Las poblaciones de esta especie se encuentran habitualmente invadiendo tanto lotes agrícolas y rastrojos como áreas ruderales (orillas de caminos, zanjas, terraplenes de ferrocarril y áreas sin cultivo).
En cuanto a los sistemas productivos se destaca su presencia en casi todos nuestros cultivos ya sean de invierno o verano, considerándose una especie invasora (Marzocca, 1976).
El primer caso de resistencia a herbicidas en el género *Brassica*, corresponde a *Brassica campestris* resistente a atrazina en Canadá (Souza Machado et al., 1978). Posteriormente en Australia se han registrado casos de resistencia a herbicidas inhibidores de la Aceto Lactato Sintetasa (ALS/WSSA:B) en *Brassica tournefortii* (Heap, 2017).
En Argentina, se ha reportado la resistencia a inhibidores de la ALS en otras Brassicaceae: *Hirschfeldia incana, Raphanus sativus, Brassica napus* (REM, 2017; Pandolfo et al., 2013) y últimamente se documentaron casos de resistencia múltiple a inhibidores de la ALS y glifosato específicamente en *Brassica rapa* (Pandolfo et al., 2015).
Durante los últimos dos años, en el centro y sudeste de la Provincia de Buenos Aires se han observado controles erráticos en tratamientos realizados con 2,4-D. Esta situación ha provocado sospechas de la presencia de biotipos resistentes a este herbicida.
A nivel mundial sólo existen 32 casos documentados de resistencia a 2,4-D, que incluyen a 17 especies, de las cuales 3 pertenecen a la familia Brassicaceae: *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis,* y *Sisymbrium orientale* (Heap, 2017).
El objetivo del presente trabajo fue evaluar y documentar la resistencia al herbicida 2,4-D desarrollada sobre una población natural de Nabo en el centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo confirmar la resistencia de un biotipo de Nabo a 2,4-D, se recolectaron plantas con inflorescencias maduras de un lote en el cual se registraron fallas de control ubicado en el partido de Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina (37º0`59,52" S – 59º37`39.33" O).
A partir de este material vegetal se separaron las silicuas y se obtuvieron las semillas que fueron sembradas en macetas plásticas de 1000 cm^3 de capacidad con sustrato suelo (Argiudol típico).
Se cultivaron plantas que fueron mantenidas en condiciones semi-controladas de humedad y temperatura hasta que alcanzaron el estado de roseta de 6 hojas en el cual se aplicaron los tratamientos de 2,4-D.
Para ello, se pasaron las macetas a través de una cámara de pulverización calibrada para asperjar un caudal equivalente a 130 L/ha, trabajando con una boquilla de abanico plano estándar 8001 y con una presión constante de 3 bares.
Los tratamientos consistieron en diferentes dosis del herbicida 2,4-D (Sal dimetilamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético) formulado como concentrado soluble (CS) al 60 %, a razón de 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 y 6400 g e.a./ha. Como testigo fue utilizado un biotipo sensible de la misma localidad.
Semanalmente luego de la aplicación del herbicida se evaluó la fitotoxicidad según la escala de evaluación visual de la acción de herbicidas propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas "ALAM" donde cero significa ningún daño y 10 muerte total de plantas (Chaila, 1986) y la mortandad de plantas en porcentaje respecto del testigo sin herbicida. A los 42 días después de la aplicación se cortó la biomasa aérea, y se llevó a estufa a 60ºC durante tres días para determinar peso seco.
Los resultados de fitotoxicidad y mortandad de plantas se evaluaron mediante análisis de varianza, utilizando un diseño completamente al azar. Se realizó la comparación de medias, mediante el test Tukey $p \leq 0,05$, utilizando software estadístico InfoStat v. 2012 (Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

Con los datos de biomasa seca aérea, se ajustó un modelo de regresión no lineal (log-logistico) a partir de la ecuación dosis-respuesta (Seefeldt et al., 1995), relacionando el peso seco con la dosis de 2,4 D. Para ello se empleó el software estadístico GraphPad Prism v 6.01.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la fitotoxicidad provocada por el herbicida, se observó que a los 28 días desde la aplicación (DDA), las plantas del biotipo sensible alcanzaron un índice de 9 con la dosis de 100 g e.a./ha y que a esa dosis el biotipo resistente apenas supero el índice 3. De igual manera con esta dosis el 95 % de las plantas de biotipo sensible murieron, mientras que en las resistentes para llegar a ese grado de mortandad se requirió una dosis de 3200 g e.a/ha (Tabla I).

Tabla I: Datos promedio del índice de fitotoxicidad y mortandad de plantas registrados sobre dos biotipos de Nabo, resistente (R) y susceptible (S), tratados con diferentes dosis de 2,4 D a los 28 DDA

	Indice de Fitotoxicidad (ALAM)		Mortandad (%)	
Dosis (g e.a/ha)	Biotipo S	Biotipo R	Biotipo S	Biotipo R
50	8,25	3,00	70,00	17,50
100	9,00	3,50	95,00	30,00
200	9,75	5,75	97,75	55,00
400	10,00	5,50	99,00	55,00
800	10,00	6,00	99,00	67,50
1600	10,00	9,50	100,00	94,00
3200	10,00	9,75	100,00	95,00
6400	10,00	10,00	100,00	100,00
DMS 0,05	1,03		16,63	

Figura 1: Curva dosis respuesta de dos biotipos de nabo resistente (R) y susceptible (S) a 2,4-D, determinadas a partir del peso seco a los 42 DDA en porcentaje respecto del testigo sin herbicida. Ecuación ajustada del biotipo (R): Y= (3,87)/(1+10^((3,3-X)*(-0,7984)) R^2=0,95; y del biotipo (S): Y= (3,78)/(1+10^((2,59-X)*(-0,3104)) R^2=0,86

El índice de resistencia calculado a partir de las dosis efectivas medias (dosis que reduce el peso seco al 50%) de los modelos ajustados, resultó ser de 5,13 (Figura 1).
Como antecedentes se destaca que en nuestro país hay registros confirmados de resistencia múltiple de esta especie a glifosato e inhibidores de la ALS (Pandolfo et al., 2015) y específicamente en el centro de la provincia de Buenos Aires en la localidad de Azul, hay biotipos resistentes a estos dos mecanismos de acción mencionados, que han sido documentados recientemente por este grupo de trabajo (Ciolli et al., 2016[a]; Ciolli et al., 2016[b]). Se alerta que dichos biotipos podrían cruzarse con el biotipo resistente a 2,4-D denunciado.

CONCLUSIONES

Como conclusión del presente trabajo, se pudo corroborar el primer caso de resistencia a 2,4-D en Argentina, en un biotipo de *Brassica rapa*. El índice de resistencia se pudo definir alrededor de 5 con respecto a las poblaciones locales sensibles a este herbicida. Se continuarán realizando evaluaciones sobre esta población con otros herbicidas auxínicos, y además se evaluará la posible resistencia múltiple, ya que en la región de referencia existen casos documentados de biotipos resistentes a inhibidores de la ALS y glifosato.

REFERENCIAS

1. Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A., & Kellogg, E. A. (2006). Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. Plant Systematics and Evolution, 259(2-4), 89-120.
2. Marzocca, A., Márgico, O.J. y Del Puerto, O. (1976). Manual de Malezas.Tercera edición. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
3. Souza Machado, V., Bandeen, J. D., Stephenson, G. R., y Lavigne, P. (1978). Uniparental inheritance of chloroplast atrazine tolerance in *Brassica campestris*. *Canadian Journal of Plant Science*,*58*(4), 977-981.
4. Heap, I. (2017). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. On line: www.weedscience.org. [Consulta: 07-03-2017].
5. REM (Red de conocimiento en malezas resistentes). (2017). Alertas. On line: http://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/. [Consulta: 08-03-2017].
6. Pandolfo, C. E., Presotto, A., Poverene, M., y Cantamutto, M. (2013). Limited occurrence of resistant radish (*Raphanus sativus*) to AHAS-inhibiting herbicides in Argentina. *Planta Daninha*, 31 (3), 657-666.
7. Pandolfo, C. E., Presotto, A., y Cantamutto, M. (2015) Detección de resistencia transgénica a glifosato en poblaciones naturales de *Brassica napus* L. y *B. rapa* L. XXII Congreso de la ALAM. I Congreso de la ASACIM. 2015, Buenos Aires, Argentina.
8. Ciolli, S., David, E., Nuñez Fre, F., Saint Andre, H., Fernandez, R., Yanniccari, M., Juan, V. (2016[a]). Resistencia a glifosato en una población de nabo silvestre en el Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Anais do XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, p.743, Curitiba, 2016.
9. Ciolli, S., Nuñez Fre, F., Saint Andre, H., Fernandez, R., Juan, V. (2016[b]).Resistencia de una población de nabo silvestre a herbicidas inhibidores de la Aceto Lactato Sintetasa en el Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina . Anais do XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, p.749, Curitiba, 2016.
10. Chaila, S. 1986. Métodos de Evaluación de Malezas para estudios de población y control. Malezas 14 (2):5-78.
11. Seefeldt, S.S.; Jensen, J.E.; Fuerst, P. (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology, v. 9, n. 2, p. 218 – 227.

SENSIBILIDAD DIFERENCIAL A 2,4-D DE UNA POBLACIÓN DE *HIRSCHFELDIA INCANA* (L.) RESISTENTE A METSULFURON-METIL EN EL SO DE BUENOS AIRES. ARGENTINA

DIFFERENCIAL SENSITIVITY TO 2-4-D OF Hirschfeldia incana (L) POPULATION RESISTANCE TO MELSUFURON-METIL IN THE SOUTH WEST OF BUENOS AIRES. ARGENTINA.

Vigna, Mario, Frola, Franco y Carreto, Luis
EEA INTA Bordenave . Ruta 76 km 36.5 .8187. Bordenave . vigna.mario@inta,gob.ar

Resumen. Se evaluó durante tres años la sensibilidad de una población de Hirschfeldia incana (CF) resistente a Metsulfuron y sospechosa de ser resistente a 2,4D en el SO de la provincia de Buenos Aires. Los resultados de % de control a diferentes días desde la aplicación y efecto sobre el Peso Seco (PS) de plantas mostraron una menor sensibilidad a 2,4D de CF si bien los índices de Resistencia medidos sobre el PS según modelo log-logístico fueron 3.7, 2.0 y 3.7, las diferencias de control fueron claras. La población CM también resistente a Metsulfuron mostro sensibilidad normal. Se confirme así el primer caso de resistencia múltiple a esta maleza.
Palabras clave: Hirschfeldia incana, resistencia, 2,4-D, Metsulfuron.

Abstract. The sensitivity of a Hirschfeldia incana (CF) population resistant to Metsulfuron and suspected to be resistant to 2,4 D in the SO was evaluated for three years in Buenos Aires province. The results of the control and effect on the Dry Weight (DW) of plants showed a lower sensitivity to 2,4D of CF population. According to log-logistic model, the Resistant Index measured on the DW were relatively Low (3.7, 2.0 and 3.7) although the differences using visual control scale were clear. Resistant CM population to Metsulfuron showed normal sensitivity. These results confirm the first case of multiple resistance to this weed.
Key words: Hirschfeldia incana, resistance, 2,4-D, Metsulfuron

Introducción

Debido a consultas previas sobre dificultad de control de crucíferas en el SO de Buenos Aires, durante 2013, 2014 y 2015 se efectuaron 5 ensayos para estudiar la posible resistencia a 2,4-D. Ensayos previos de 2013, (Vigna y Mendoza, 2015 Vigna, 2015) confirmaron la presencia de una población de Hirschfeldia incana (CF) resistente a inhibidores de la ALS, observando paralelamente un control lento de crucíferas por parte de 2,4-D solo o en mezcla con glifosato. En esos ensayos de dosis-respuesta con glifosato no se vieron mayores diferencias entre la población CF y la de sensibilidad normal. Por ello el caso de 2,4-D mereció un estudio más detallado. El objetivo de este trabajo fue: Evaluar la sensibilidad relativa a 2,4-D de poblaciones de Hirchsfeldia incana presentes en el SO de Buenos Aires

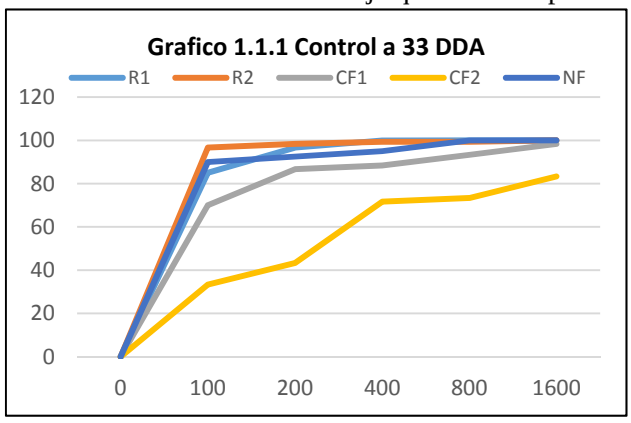
Materiales y Métodos

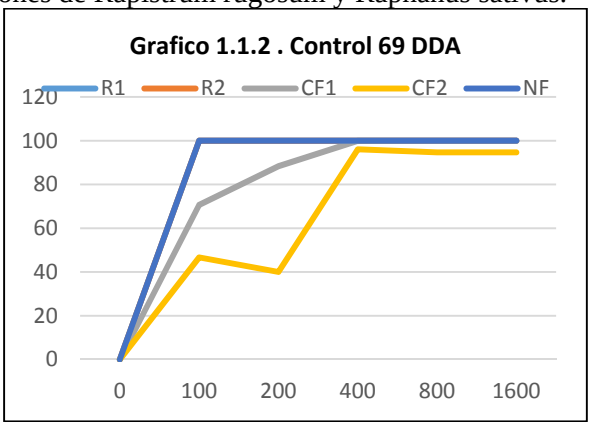
Se utilizó una formulación comercial de 24-D Ester butílico (97% e.a.) y se emplearon macetas de 3 litros con suelo agrícola salvo el ensayo 1.2 (0.5 litros). **Ensayo preliminar 1.1.** Se efectuó en condiciones controladas al aire libre, con 3 repeticiones y en bloques al azar. Las especies evaluadas fueron Hirchsfeldia incana (origen Cnel. Falcon) y Rapistrum rugosum (origen Bordenave) y Raphanus sativus (origen Dorrego) con 10 cm roseta a partir de semillas (NF). Las dos primeras fueron plantas traídas del campo y clasificadas en dos estadios: 8-10 y 14-15cm de roseta, identificadas como CF1, CF2 y R1 y R2. La aplicación de las dosis crecientes de 24D (0, 97, 194, 388, 776 y1552 gr de e.a.ha $^{-1}$) fue el 22/5/13 (15,30-16 horas, día muy bueno soleado, cálido sin heladas matinales). **Ensayo 1.2.** Se evaluaron 2 poblaciones de H. incana, a partir de semilla cosechadas en Cnel. Falcon (CF) y en la EEA Bordenave (O) y el estadio era de 5-6 cm de diámetro y 4-6 hojas verdaderas. Se realizó en condiciones reparadas, al aire libre y las dosis fueron de 0, 97, 194, 388, 776 y 1552 gr e.a.$^{-1}$ ha, diseño bloques al azar 4 repeticiones, aplicadas el 29/8, 15 horas,

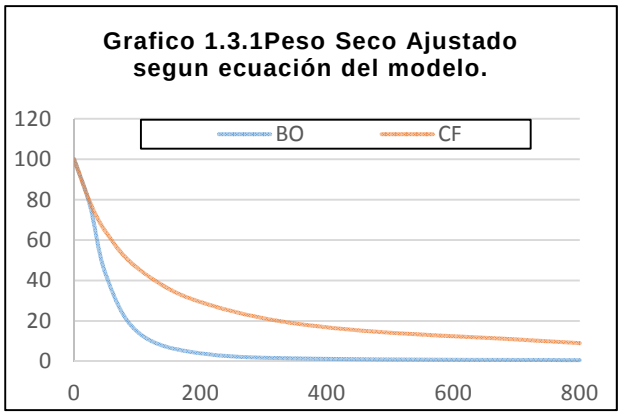
30C, ambiente seco. **Ensayo 1.3.** Se utilizaron plantas de las mismas poblaciones (CF y BO) con mayor desarrollo (12-15 cm de diámetro). El 1/10/13 se aplicaron dosis crecientes de 2,4-D (0, 97, 194, 388, 776, 1552 gr e.a.-¹) con HR 100%, buena temperatura parcialmente soleado, en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. Ensayo **2.1.** Se evaluaron 3 poblaciones de H. incana: BO, CF y CM (resistente a Metsulfuron) de un lote próximo a Cnel. Suarez. Las dosis de 2,4-D (0, 97, 194, 388, 776, 1552 y 3104 gr de e.a. ha¹) se aplicaron el 17/9/14 con plantas en roseta completamente desarrolladas en condiciones protegidas (invernáculo). Por la mañana se colocaron afuera y se aplicaron los tratamientos y por la tarde fueron colocadas en el interior. **Ensayo 3.1 Se** efectuó sobre plantas criadas en invernáculo de las poblaciones BO y CF. Las dosis de 2,4-D (0, 48.5, 97, 194, 388, 776 y 1552 gr de e.a.ha-¹) se aplicaron el 30/4/15con roseta de 15-17 cm de diámetro .Las aplicaciones se efectuaron con pulverizadora experimental al aire libre (volumen 260 l/ha). Se evaluó el control a diferentes días desde aplicación (DDA), escala visual porcentual (0-100) y el Peso Seco (PS). Para comparar las respuesta a las dosis de 2,4-D entre poblaciones se ajustaron curvas de respuesta a la dosis aplicada (Modelo log-logístico, Seefeld et al,1995) ($y = f(x) = C + [(D – C)/1 + (x/ /50)^b]$, donde *y:* respuesta (% de controlo PS), *D* y *C :* límite superior e inferior de la respuesta, *b :* pendiente de la curva, *x:* dosis del herbicida (g e.a. ha^{-1}), *I50* : dosis que provee reducción del 50%.Con los I50 se calculó Indice de Resistencia (IR).

Resultados y Discusión

Ensayo 1.1 En los gráficos 1.1.1 y 1.1.2 se observa el control de las crucíferas a los 33 y 69 días de la aplicación de 2,4-D, donde se observa que la sensibilidad de la poblacion de Hirchsfeldia incana en sus dos estadios fue claramente mas baja que la de las poblaciones de Rapistrum rugosum y Raphanus sativus.







Ensayo 1.2. Los resultados se presentan en la tabla 1.2.1 y en los gráficos 1.2.1 y 1.2.2. el control a los 12 y 40 días de la aplicación. La menor sensibilidad a 2,4-D de BO y respecto a CF en estadio de plántula fue evidente. Los resultados indican que las poblaciones CF fue claramente menos sensible que la BO cuando se considera el control visual a diferentes momentos luego de la aplicación con las diferentes dosis. Estas diferencias fueron corroboradas al final del ensayo cuando se considera el PS por planta cuyos datos mostraron un índice de resistencia (IR) de 3,7 (BO 58.1 y CF 213 gr.e.a.).

Ensayo 2.1 Los resultados (Tablas 2.1,2.2 y grafico 2.1) mostraron un claro efecto diferencias en el control visual entre las poblaciones BO y CM respecto a CF. el parámetro PS también mostro la misma tendencia y el posterior análisis de regresión y comparación de las ecuaciones ajustadas del modelo log-logístico mostró índices de resistencia bajo de la población de CF respecto a BO (2.1) y de 4.7 respecto a CM. Si bien los índices de resistencia entre las poblaciones BO y

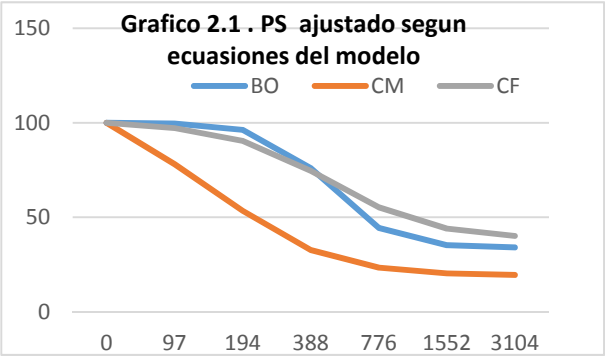
CM fueron claros cuando se considera el parámetro PS, eso no pareció evidenciarse cuando se analizan los resultados de control. *Ensayo 3.1* Los resultados se presentan en la tabla 3.1 y gráficos 3.1, 3.2 y 3.3. El control diferencias de las poblaciones por parte de 2,4-D comenzó a ser evidente a partir de los 14 días después de la aplicación y se acentúo a los 30 días. Esas diferencias también se evidenciaron en el peso seco y la respuesta diferencial según nivel de dosis (interacción población X Dosis). El ajuste del modelo de regresión log-logístico a datos de PS mostró un IR de 3.6 entre ambas poblaciones (BO= 146 CF =540), siendo menos sensible CF.

Tabla 1.2.1 Control a diferentes días de la aplicación (DDA), el efecto sobre el peso seco y el análisis de varianza.

POBL	Dosis	12DDA	40DDA	P.S.
BO	0	0	0	0,53
BO	97	10	39,3	0,58
BO	194	60	98	0,46
BO	388	58,3	96,7	0,4
BO	776	78,3	100	0,25
BO	1552	75	100	0,1
CF	0	0	0	0,8
CF	97	0	0	0,67
CF	194	23,3	46,7	0,47
CF	388	26,7	70	0,56
CF	776	50	75	0,28
CF	1552	47	90	0,37
Población		**	***	*
Dosis		***	***	**
Pob. X Dosis		ns	ns	ns

Tabla 1.3.1 Control a diferentes días de la aplicación (DDA), altura final de tallos y el efecto sobre el peso seco y el análisis de varianza.

Pob	dosis	8DDa	17DDA	34DDA	50DDA	Altura	PS
BO	0	0	0	0	0	84,7	45,7
BO	97	35	66	65	38,3	66	14,4
BO	194	38,3	82,7	87,7	100	20	0,8
BO	388	53,3	83,3	87,7	86	26,5	1,5
BO	776	73,3	100	100	100	0,5	0,5
BO	1552	75	94,3	96,7	100	0,3	0,5
CF	0	0	0	0	0	89,7	92
CF	97	30	33,3	33,3	26,7	75,7	53,4
CF	194	33,3	38,3	28,3	26,7	76,7	37,1
CF	388	38,3	66,7	38,3	30	61,7	22,2
CF	776	38,3	66	58,3	58,3	45,2	20,1
CF	1552	45	76,7	51,7	40	72	9
Pob		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0031
dosis		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0013
pobXdosis		0,0049	0,0261	0,0256	0,0004	0,0013	0,7213



Los ensayos realizados durante 3 años muestran que la población de Hirchsfeldia incana CF fue menos sensible a 2,4-D que la población BO considerada como testigo o silvestre mostrando niveles de resistencia relativamente bajos (3.7, 2.0 y 3.7) para el parámetro Peso Seco al final de los ensayos donde fue medido. Asimismo mostro un IR de 4.7 respecto a la población CM en el ensayo que fue evaluada esta población. En una población de una especie taxonómicamente próxima, Sisymbrium orientale resistente a ALS, Preston, et al (2013) observaron que fueron necesarias dosis de 2,4-D

20 veces mayores que para la susceptible. A pesar de esto se debe considerar el manejo de estas poblaciones teniendo que mantiene sensibilidad normal a otros herbicidas (Vigna,2015)

Conclusiones

La población CF de H. incana, resistente a inhibidores de ALS, sería aún con índices de resistencia bajos, el primer caso documentado de resistencia a 2,4-D constituyendo también el primer caso de resistencia múltiple en esta especie según Heap (2017). La población CM, resistente a ALS no mostró resistencia a 2,4-D.

Referencias

Heap, I. Online. Internet. Friday, March 24, 2017 Available www.weedscience.org
Preston, C., Dolman, F.C. and Boutsalis, P. (2013). Weed Science 61(2): 185-192.
Vigna, M.R (2015) Actas XXII Congreso de ALAM y I Congreso de ASACIM :288
Vigna, M.R y Mendoza, J (2015). Actas XXII Congreso ALAM y I Congreso ASACIM: 287.

Tabla 2.1 Ensayo 2014

		% Control DDA			
Pob	Dosis	30	40	50	PS
BO	0	0	0	0	3,8
BO	97	6,7	36,7	47	2,9
BO	194	26,7	46,7	52	3,1
BO	388	26,7	58,3	55	2,4
BO	776	26,7	82,7	88	1,3
BO	1552	33,3	86,3	97	1,1
BO	3104	46,7	92,7	100	1
CM	0	0	0	0	4,5
CM	97	3,3	40	48	2,8
CM	194	23,3	48,3	58	2,1
CM	388	25	66	68	2
CM	776	30	85	100	1,2
CM	1552	41,7	99,7	100	0,5
CM	3104	43,3	99,3	100	1,3
CF	0	0	0	0	4,6
CF	97	16,7	28,3	17	4,7
CF	194	23,3	28,3	25	4,1
CF	388	23,3	43,3	38	3,4
CF	776	21,7	57,7	52	2,7
CF	1552	26,7	60	77	1,9
CF	3104	30	85	87	1,9

Tabla 2.2. Resultado del análisis de varianza y comparación medias de poblaciones y dosis de 2,4-D

Fact.	30DDA	40DDA	50DDA	PS
Pob.	0.3976	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Trat.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PobXTrat	0.523	0.5408	0.1530	0.5936

POB	30 DDA		40DDA		50DDA		PS	
BO	23.81	a	57.62	a	62.62	a	2,22	a
CM	23.81	a	62.62	a	67.86	a	2,05	a
CF	20.24	a	43.24	b	42.14	b	3,35	b
Dosis								
0	0.00	a	0.00	a	0.00	a	4,29	d
97	8.89	a	35.00	b	37.22	b	3,47	c
194	24.44	b	41.11	b	45.00	bc	3,11	b
388	25.00	bc	55.89	c	53.89	c	2,62	bc
776	26.11	bc	75.11	d	79.78	d	1,73	a
1552	33.89	cd	82.00	de	91.33	e	1,18	a
3104	40.00	d	92.33	e	95.56	e	1,4	a

Tabla 3.1 Resultados Ensayo año 2015

POBL	5DDA	14DDA	26DDA	PS
POBL	0,01	0,0004	<0,0001	<0,0001
DOSIS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Pobl X Dosis	0,17	0,4469	0,0393	0,0018

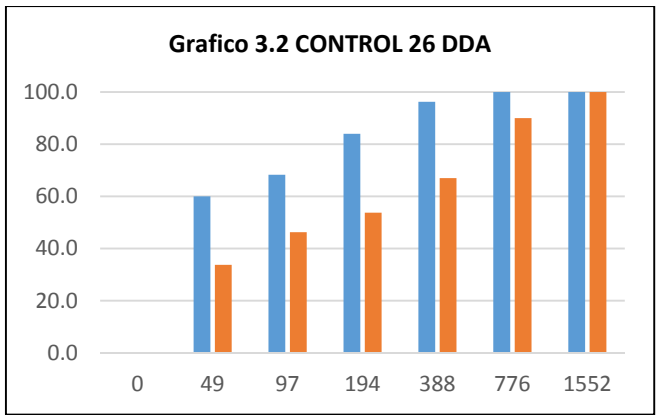


Grafico 3.2 CONTROL 26 DDA
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
0
49
97
194
388
776
1552

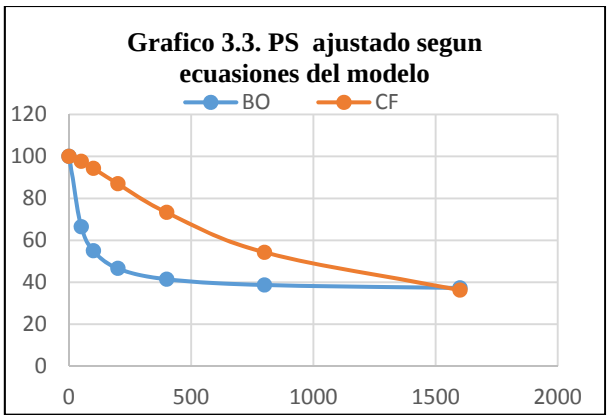


Grafico 3.3. PS ajustado segun ecuasiones del modelo
BO
CF
120
100
80
60
40
20
0
0
500
1000
1500
2000

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y
III IBEROAMERICANO
DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

EVALUACION PRELIMINAR DEL ESTADO DE LA RESISTENCIA DE *Lolium sp.* Y *Avena fatua* L.EN EL SO DE BUENOS AIRES. ARGENTINA

PRELIMINARY APPROACH OF THE STATE OF RESISTANCE OF Lolium sp AND Avena fatua (L) IN THE S. W. OF BUENOS AIRES. ARGENTINA

Mario Raul VIGNA[1], Ramon GIGON[2], Marcos YANNICARI [3], Carolina ISTILART[3]y Maria J. PIZARRO[1]

[1] EEA INTA Bordenave, vigna.mario@inta.gob.ar,[2] Asesor Privado [3] CONICET y CEI INTA-MAA Barrow

RESUMEN

En diciembre de 2013 se efectuó un relevamiento al azar de lotes comerciales de trigo y cebada en 13 partidos del SO de Buenos Aires, Argentina. Se recolectaron semillas de *Lolium sp* y *Avena fatua* para evaluar la presencia de poblaciones resistentes a herbicidas. El 21,8%, 18,6% y 13,6 % de poblaciones de *Lolium sp.* mostraron una sobrevivencia superior al 50% a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa, EPSPS respectivamente. Los casos de resistencia múltiple a los tres mecanismos se registraron en el 5.7% de los casos y en 12.6 % para ALS+ACCasa. Las poblaciones de *A.fatua* mostraron 2.6 y 0.9% de sobrevivencia por encima del 50% para inhibidores de ACCasa y ALS y de 7.7 y 24.8% para el rango de sobrevivencia entre 10 y 50%. La resistencia múltiple se registró solamente en un caso.
Palabras clave:*Lolium, Avena fatua, resistencia a herbicidas ,ALS, ACCasa, EPSPS*

ABSTRACT

On December 2013 a randomsurveywasconductedacrosscommercialplots of wheat and barley in the SW Buenos Aires,Argentina ,to establishthefrequency and distribution of herbicideresistanceongrassweeds. Seeds of *Lolium sp*and *Avena fatua*werecollected to evaluatethepresence of herbicideresistantpopulations. The 21.8%, 18.6% and 13.6% populations of Lolium sp showed a survivalgreaterthan 50% to ALS-inhibitor, ACCase-inhibitorand , EPSPSinhibitorherbicidesrespectively. Cases of multipleresistance to thethreemechanismswererecorded in 5.7% of the cases and in 12.6% for ALS + ACCase. *A.fatua*populationsshowed 2.6 and 0.9% survivalabove 50% forACCaseinhibitor and ALS and 7.7 and 24.8% forthesurvivalrangebetween 10 and 50%. Multipleresistancewasrecorded in onlyone case.
Key words: *Lolium, Avena fatua,herbicideresistance, ALS, ACCase, EPSPS*

INTRODUCCIÓN

La presencia de poblaciones de Lolium sp y Avena fatua resistente a herbicidas en el SO de Buenos Aires desde 2007 en adelante (Vigna, et al 2008, Yannicari, et al, 2009, Vigna, et al 2011a, Diez Ulzurrum y Leaden ,2011, Vigna, et al 2011b) ocupa un lugar preponderante en el replanteo del manejo de malezas en los barbechos y cultivos tradicionales.El mayor problema de Lolium sp. como maleza está asociado al cultivo de trigo y cebada cervecera, aunque puede afectar los barbechos para girasol, soja y maíz sobre todo ante falla de los herbicidas. Enel caso se Avena fatua ocupa un espacio similar, pero no representa problemas para su control en los barbechos. En Australia el problema de la resistencia de estas malezas a herbicidas comenzó mucho tiempo antes y la estimación del mismo se viene realizandomediante el monitoreo de poblaciones desde 1991 (J. C. Broster A B, J. E. Pratley A (2006) hasta el presente (Llewellyn and Powles,2001, Owen et al ,2007, Owen et al ,2014). Debido al crecimiento constante de las consultas y dificultades para controlarestas malezasse realizó un relevamiento preliminar en el SO de Buenos Aires para determinar evaluar la sensibilidad diferencial de estas gramíneas a los herbicidas de uso masivo empleados para su control. El objetivo fue determinar la sensibilidad de poblaciones de Lolium sp y Avena fatua a herbicidas de diferentes mecanismos de acción: inhibidores de las enzimas EPSP, de la ALS y de la ACCasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante diciembre de 2013 se efectuó un monitoreo de lotes de trigo y cebada cervecera con el objetivo de recolectar muestras de semillas de *Lolium*sp (*Lolium perenne var. multiflorum*) y*Avena fatua* desde plantas presentes en el momento de la cosecha independientemente de la densidad de las mismas. El muestreo se efectuó al azar tratando de mantener una distancia mínima entre lotes de 5 km y en general, también dependiendo de la zona, fueron bastante mayores.Por razones de economía y tiempo se tomaron trayectos de rutas principales y secundarias y en menor medida caminos vecinales tratando abarcando 13 partidos del SO de Buenos Aires.En algunos lotes se recolectaron muy pocas plantas, hasta 2 plantas en lotes muy limpios luego de caminar una buena superficie del cultivo. Se recolectaron semillas de plantaspresentes en el alambrado del lote y/o camino/ruta.Las espigas y panojas de ambas especies se trillaronmanualmente en laboratorio y se colocaron en sobres de papel . La siembra de las poblaciones se efectuó en macetas rectangulares de 40cm x 15cm y 12cm de profundidad (dos repeticiones) . La cantidad de plántulas logradas osciló entre 24 y 98 por maceta siendo el promedio de 75 plantas. Las macetas permanecieron afuera y reparadas de los vientos por un cerco de media sombra y se regaron convenientemente. Las aplicaciones se efectuaron el 10 de octubrede 2014 con *Lolium* en 2-3 macollos de promedio empleando un equipo experimental de presión constante (CO2) pastillas XR 11002 250 l/ha sobre las macetas colocadas en fila ya al azar por duplicado. Posterormente se reubicaron en su lugar definitivo enel mismo sector de cría. Luego de realizados los tratamientos cuando se comenzaron a manifestar los síntomas se efectuaron evaluaciones visuales de control y finalmente se efectuó el conteo de plantas que sobrevivieron a los tratamientos con cada una de las macetas para calcular el porcentaje de plantas sobrevivientes. En función del porcentaje de plantas sobrevivientes se asumieron 4 niveles de resistencia o probabilidad de resistencia. (Cuadro 1), por otro lado, y para interpretarmás fácilmente la situación a nivel geográfico se adoptó el criterio de los investigadores australianos (*Owen, et al 2007)* que consideran tres niveles:susceptibles(sin sobrevivencia), resistencia en desarrollo (1 a 19% de sobrevivencia) y resistentes por encima del 20%.Se evaluaron 49poblaciones de *Lolium* en la región SO y 46 el S-SO y los tratamientos fueron los siguientes: glifosato (inhibidor de la enzima EPSPS)1000 gr.ea. (Sulfosato Touchdown ®: sal potásica del ácido N-fosfonometil glicina 62% y 50% p/v de equiv.ácido), Pinoxaden(inhibidor de la enzima ACCasa) 40 gr.p.a.(Axial ®:Pinoxaden 5 % +cloquintocetmexil 1,25%) , y (Iodosulfuron12.5 gr.p.a+mesosulfuron 1.95 gr.p.a) + metsulfuron 3 gr p.a. (inhibidores de la enzima ALS) , marca coercialHussar Plus :(Iodosulfuron 5% + Mesosulfuron 0,78%) + mefenpyr 25%) + Metsulfuron 60%) +0.2% Coadyuvante Bayer. En el caso de *Avena fatua* se trabajó sobre 117 poblaciones y en general con menor número de plantas por maceta y los herbicidas evaluados fueron Pinoxaden (ACCasa) y (Iodosulfuron +mesosulfuron) + metsulfuron (ALS) en las dosis y condiciones descriptas antes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre 93 poblaciones provenientes de escapes de *Lolium* en diferentes lotes del S-SO de Buenos Aires el 21,8%, 18,6%, 13,6 % presentaron una muy altas sobrevivencia /resistencia (□50%) a herbicidas inhibidores de la ALS, ACCasa, EPSPS respectivamente (Cuadro 1). Cuando se considera el rango entre 10 y 50% de sobrevivencia los porcentajes también son altos, sobre todo para inhibidores de ALS y ACCasa (20,7 y 23,3% respectivamente). La tendencia fue una menor proporción de casos de resistencia a glifosato, sobre todo en el SO.

Cuadro 1. Porcentaje poblaciones del Lolium sp con diferente nivel de resistencia a herbicidas inhibidores de las enzima Acetolactatosintasa (ALS), Acetil coenzima A (ACCasa) y a Enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS)

% sobrevivencia	Resistencia	ALS	ACCasa	EPSPS
0	Nula	**29,9**	**16,3**	**77,3**
1-5	muy baja	**20,7**	**20,9**	**2,3**
5-10	Baja	**6,9**	**20,9**	**0,0**

10-50	Alta	**20,7**	**23,3**	**6,8**
≥50	Muy alta	**21,8**	**18,6**	**13,6**

Los casos de resistencia múltiple con sobrevivencia superior al 20% a los tres mecanismos se registró en el 5.7% de los casos (Cuadro 2) a los que se suma el 4.5% de los casos con sobrevivencias entre el 10 y 20%. La resistencia múltiple solo a ACCasa +ALS se registró en 12.6 y 5.7 % de los casos para niveles mayores a 20 y entre 10-20 % de sobrevivencia. Si se suman los casos de resistencia múltiple a ACCasa y ALS superior al 20% las cifras alcanzan al 18.3 %.

En este primer relevamiento el 54.8% delas poblaciones del Lolium registraron sobrevivencia por el encima al 10 % al menos para un herbicida y 24% de las poblaciones con sobrevivencia por encima del 20%. Este último parámetro en general se toma en Australia como límite para considerar a la población resistente. En New South Wales (Australia) un primer relevamiento efectuado en 1991mostró que el 30% de las poblaciones eran resistentes a por lo menos 1 herbicida (Broster & Pratley,2006). Llewellyn & Powles (2001) determinaron que en el Oeste australiano el porcentaje depoblaciones de *Lolium rigidum* (muy afín a nuestro Lolium) resistentes a herbicidas era claramente superior a las sensibles. En 2003,(Owen, et al 2007) en el cinturón triguero del oeste australiano (WA) encontraron que el 68% de las poblaciones eran resistentes a un inhibidor de ACCasa (diclofop-metil) y el 88 % resistente a un inhibidor de ALS (sulfometuron), incrementando en 5 años un 20 % la resistencia en la misma zona de evaluación con el aumento de casos de resistencia múltiple (68%).Mas recientemente (Owen et al ,2014), en la misma región (WA) confirmaron que el 96 % de las poblaciones tenían resistencia a inhibidores de la ACCasa (diclofop metil) y 98% a inhibidores de la ALS (sulfometuron).También creció la resistencia a otros herbicidas y mecanismos de acción, resultando que el 99% de la poblaciones de *L.rigidum* tenían resistencia al menos a dos mecanismos. Preston el al (1996) en condiciones de laboratorio mostraron que un biotipo de *Lolium* rigidum poseía resistencia múltiple a por lo menos a 9 diferentes mecanismos bioquímicos.

Cuadro 2. Casos de Resistencia múltiple en Lolium sp. en poblaciones de Lolium sp en el S-SO de Buenos Aires. Poblaciones agrupadas por porcentaje de sobrevivencia a los diferentes herbicidas

	ALS+ACCasa+EPSP		ALS+ACCasa		ALS+EPSPS		ACCasa+EPSPS	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Con □10% y□ 20 %	4,0	**4,5**	5,0	**5,7**	5,0	**5,7**	1,0	**1,1**
Con ≥20%	5,0	**5,7**	11,0	**12,6**	1,0	**1,1**	1,0	**1,1**
	88,0	**100,0**	87,0	**100,0**	87,0	**100,0**	87,0	**100,0**

Cuadro 3. Porcentaje poblaciones de Avena fatua con diferente nivel de resistencia a herbicidas inhibidores de las enzima Acetolactatosintasa (ALS), Acetil coenzima A (ACCasa) en el SO De Buenos Aires

		No. poblaciones		% poblaciones	
% sobrevivencia	Resistencia	ACCasa	ALS	ACCasa	ALS
0,1-5 %	muy bajo	0	0	**0**	**0**
5-10 %	bajo	18	24	**15,4**	**20,5**
10-50 %	Alto	9	29	**7,7**	**24,8**
≥50 %	Muy alto	3	1	**2,6**	**0,9**
Sensibilidad Normal		87	63	**74,4**	**53,8**
		117	117	100,0	100,0

En nuestros relevamientos de 2013 el problema de la resistencia de *A. fatua*en el SO de Buenos Aires pareció cuantitativamente menor que enLolium (cuadro 3). Sobre 117 poblaciones evaluadas los mayores casos de resistencia se alcanzaron en el rango de 10 a 50% de sobrevivencia. Se registró el 10.3 % de laspoblaciones sobrevivencias superiores a 10% cuando fueron tratadas con uninhibidor de la ACCasa, y el 25 % con

sobrevivencia a inhibidores de la ALS. Solamente se registró un caso de resistencia múltiple consobrevivencia superior al 20% (Cuadro 4). Owen & Powles (2009) en un amplio relevamiento efectuado en 2005 en el WA encontraron que el 71% de laspoblaciones de Avenaspp. (*A. fatua* L.y A. *sterilis* L.) fueron resistentes a ACCasa (diclofop).En Canadá (Beckie, et al, 2002) en un relevamiento de lotes en 1997 encontraron que en la mitad de los campos había poblaciones resistentes a inhibidores de la ACCasay de la ALS. Indudablemente los antecedentes a nivel mundial en numerosos países con estas especies en sistemas agrícolas intensivos con cierta similitud a los nuestros, nos induce a intensificar los esfuerzos para incorporar nuevas alternativas de manejo de esta problemática no basándonos solo en herbicidas.

Cuadro 4. Casos de Resistencia múltiple (ALS+ACCasa) en poblaciones de Avena fatua recolectadas en el SO de Buenos Aires

Nivel de resistencia en Ambas poblaciones	No. de poblaciones	% de poblaciones
Con □5% y□ 10% en	11	**9,4**
Con □10% y□ 20 %	1	**0,9**
Con ≥20%	1	**0,9**

Debe destacarse que en la mayoría de los lotes donde se detectaron poblaciones resistentes de Lolium y Avena fatua los niveles de infestación no comprometían el rendimiento y en algunos casos la presencia de plantas era muy difícil de detectar. Estos relevamientos deberán ser repetidos para medir la evolución y caracterizar los perfiles poblacionales de estas malezas para actuar estratégicamente en nuestros sistemas productivos.

CONCLUSIONES

El relevamientopreliminar de poblaciones de Lolium sp en diciembre de 2013 sobre cultivos de trigo y cebada en 13 partidos del S-SO de laProvincia de Buenos Aires, Argentina, mostróniveles altos de resistencia (sobrevivencia superior al 50% de individuos) alcanzando el 21,8%, 18,6%, 13,6 % a herbicidas inhibidores de la ALS, ACCasa, EPSPS respectivamente.El caso de resistencia múltiple a los tres mecanismos se registró en el 5.7% de los casosy para ACCasa +ALS el 12.6%.

Poblaciones de Avena fatua, recolectadas en sobre lotes de trigo y cebada en 10 partido del SO de Buenos Aires mostraronporcentajes bajos de sobrevivencia por encima del 50% (2.6 y 0.9 % para ACCasa y ALS) pero el mayor porcentaje se dio en sobrevivencias entre 10 y 50% (7.7 y 24.8 % para ACCasa y ALS). La resistencia múltiple se registró solamente en un caso.

REFERENCIAS

Beckie, H. J., Thomas, A. G. and Stevenson, F. C. 2002. Can. J. PlantSci. 82: 463–471.

Broster, J.C., Pratley, J.E (2006). AustralianJournal of Experimental Agriculture 46(9) 1151–1160

Diez de Ulzurrun, P. y M.I. Leaden(2011).Actas XX Congreso ALAM No 58.: pag 425-435. Chile Llewellyn RS, Powles SB (2001). WeedTechnology 15, 242–248.

Owen, M. J. and S. B. Powles. 2009. Crop Pasture Sci. 60:25-31.

Owen, M.J., Martinez, N.J. & Powles, S.B. (2014) WeedResearch 54, 314–324

Owen, M.J., Walsh M.J., Rick A. , Llewellyn S., and Powles, S. (2007). AustralianJournal of AgriculturalResearch, 2007, 58, 711–718.

Preston, C. Tardif, F.J. Christopher, J.T. Powles.S.T. (1996) PesticideBiochemistry and Physiology 54 (2): 123-134

Vigna, M.R., López, R.L. Gigón, R.,(2011 b) Actas CD XX Congreso ALAM . Chile

Vigna, M.R., Gigón, R., López, R.L.(2001 a)Actas CD XX Congreso ALAM . Chile

Vigna; M.R. Ricardo L. López; RamónGigón y Jorge Mendoza.(2008) - XVIII congreso ALAM y XXVI Con. Bras. Ciencia Pl.Daninhas. Actas en CD.

Yannicari,M. Istilart, C y Gimenez,D (2009)..XII congreso de SEMh..XIX Congreso de ALAM, II congreso Iberoam. Cs. Maleza. Lisboa Actas Tomo 2:521-524.

TECNOLOGÍA AZUCARERA

Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists, volume 29, 385-392, 2016

Trouble shooting of mill operation by analysing the torque distribution between the rollers

Juliusz Lewinski[1], Paulo Grassmann[2], Mattias Fredriksson[1] and Tomas Kallin[1]

[1]*Bosch Rexroth, Sweden*; jlewin@prodigy.net.mx
[2]*Bosch Rexroth, Brazil*

Abstract Individual electrohydraulic drives allow constant measuring of the torque in each roller during milling operations. The automation of each mill operation and of the whole tandem allows working with the optimum torque in each mill, giving the maximum extraction. During optimum four-roller mill operation, the top roller takes the same portion of the torque related to the inferior rollers and additionally the input torque, if the fourth roller is moved by the top roller. The torques in each roller should be kept uniform but, in case of any mechanical problems inside the mill, the total torque or the torque in the individual roller will vary, giving information that something has to be corrected. This paper presents the analysis of the milling operation in four-roll mills in Brazil, Mexico, Belize and the USA, where the torque in each roller of the mill was measured. The rollers of the mills were driven individually by electrohydraulic drives, thus allowing for easy continuous measurements of the torque and speed in each mill. The fourth roller was driven by the top roller, except in the USA, where the fourth roller was equipped with an additional individual drive. Analysis of the torque distribution in each roller allowed for detection of various mechanical problems inside the mill, including the wear of roller surfaces and also determining the torque in the fourth roller, which was found not to be higher than 5% of the total mill torque. The possibility of continuous torque measurement in each roller was found to be an excellent mill operation predictive maintenance and troubleshooting tool.

Key words Hydraulic, mill, drive, independent, torque, speed

INTRODUCTION

The use of individual drives to operate sugar mills gives an opportunity to determine the torque and power consumption in each roller. In the case of four-roll mills, the fourth roller is driven mainly by the top roller through pinions. In some cases the fourth roller is moved from the cane roller through a chain transmission, but, in the case of individual drives, where we have the opportunity to change the speed of the cane roller in relation to the top roller, the use of chain transmission to move the fourth roller is not recommended. In some sugar mills, the fourth roller is moved separately by an individual drive and, in this case, there is the possibility to measure the torque consumed by the fourth roller.

Kent and McKenzie (2001) and Lewinski *et al*. (2013), in analysing and measuring torque distribution, reached the conclusion that in a three-roll mill the top roller consumes the same portion of the torque as that consumed in the cane and bagasse rollers together and that the torque in the top roller is 50% of the total torque. There are some reports about the torque measurements in four-roll mills using electrohydraulic drives and it is concluded that in the four-roll mill the top-roller torque oscillates between 50 and 55% of the total torque (Lewinski *et al*. 2013). The possibility of continuous measurement of the torque in each roller and the analysis of the torque distribution amongst the rollers allows the determination of the torque in the fourth roller and the potential to detect problems inside the mill, such as problems with the adjustment of the trash plate, adjustment or failure in scrapers, wear of the roller surface, incorrect mill settings and also incorrect configuration and use of controls when the mill operation is automated.

FOURTH-ROLLER TORQUE

The common question is still how much torque is generated in the fourth roller during stable mill operation and if it is really necessary to drive it separately, considering power consumption.

Following the papers mentioned above, in four-roll mills, when the fourth roll is moved by the top roll, the top-roll torque equals the sum of the torques in the inferior rollers plus half of the intake torque between the top roll and the fourth roller, giving the following formula:

FR/Tot = TR/Tot – 0.5
where: FR – torque in the fourth roller; TR – torque in the top roller; Tot – total torque.

Table 1 shows average data taken from various four-roll sugar mills where the fourth roller is moved by the top roller through pinions and Table 2 shows the results from a sugar mill where the fourth roller is moved by an independent drive.

Table 1. Data from four four-roll sugar mills where the fourth roller is moved by the top roller through pinions. TR rpm – top roller speed; CR/TR – speed ratio between cane and top roller, BR/TR – speed ratio between bagasse and top roller; TR – torque in the top roller; Tot – total torque.

Sugar mill	Mill	TR rpm	CR/TR	BR/TR	Total Nm	TR/Tot	CR/Tot	BR/Tot
Santa Isabel (Brazil). 3 years of operation (Lewinski *et al*. 2013). Mill sizes: mill 0 and 1 - 1168 x 2134 mm and mills 2, 3 and 4 – 1067 x 1981 mm	Mill 0	5.6	1.05	0.92	1385757	0.55	0.20	0.25
	Mill 1	5.5	1.05	0.91	1352401	0.54	0.23	0.23
	Mill 2	5.4	1.07	0.94	982754	0.51	0.22	0.27
	Mill 3	5.8	1.11	0.91	1010569	0.52	0.22	0.26
	Mill 4	5.6	1.12	0.94	1043550	0.53	0.21	0.27
Santa Isabel (Brazil). 2015. Mill sizes: mill 0 and 1 - 1168 x 2134 mm and mills 2, 3 and 4 – 1067 x 1981 mm	Mill 0	5.5	1.18	0.91	1528623	0.55	0.25	0.20
	Mill 1	5.6	1.10	0.90	1478902	0.52	0.22	0.26
	Mill 2	5.7	1.14	0.91	1073487	0.50	0.25	0.25
	Mill 3	5.9	1.13	0.90	1008784	0.51	0.25	0.24
	Mill 4	6.4	1.15	0.93	913620	0.53	0.21	0.26
BSI (Belize). Mill sizes: 1067 x 2134 mm	Mill 1	4.1	1.01	0.97	907799	0.50	0.28	0.22
	Mill 2	3.9	1.02	0.98	977809	0.56	0.20	0.24
	Mill 3	3.7	1.01	0.97	879725	0.61	0.22	0.17
	Mill 4	3.8	1.03	0.97	800482	0.60	0.22	0.18
	Mill 5	3.4	0.99	0.97	814533	0.49	0.34	0.17
Ferrari (Brazil). Mills sizes: mill 1 - 1168 x 2134 mm and mills 2, 3 and 4 – 1067 x 1981 mm	Mill 1	4.5	1.05	0.96	1470981	0.54	0.21	0.25
	Mill 2	5.0	1.01	0.93	1049123	0.49	0.25	0.27
	Mill 3	4.8	1.00	0.92	1028015	0.48	0.24	0.27
	Mill 4	4.6	1.03	0.95	1135841	0.51	0.23	0.26
Motzorongo (Mexico). Mill sizes: 1067 x 2134 mm	Mill 1	5.2	1.02	1.00	627344	0.68	0.13	0.19
	Mill 6	4.7	0.98	1.01	693235	0.52	0.15	0.33

Table 2. Data from a four-roll sugar mill where the fourth roller is moved by an independent drive. TR rpm – top roller speed; CR/TR – speed ratio between cane and top roller, BR/TR – speed ratio between bagasse and top roller; FR/TR – speed ratio between fourth and top roller; Tot – total torque.

Sugar mill	Mill	TR rpm	CR/TR	BR/TR	Total Nm	FR/Tot	FR/TR
US Sugar Mill (USA). Mill sizes: 1422 x 2540 mm	Mill 1	4.6	1.02	0.99	2502440	0.044	1.30
	Mill 2	4.3	1.01	0.97	2258392	0.026	1.25
	Mill 3	4.6	0.95	0.95	2198358	0.025	1.24
	Mill 4	4.3	0.99	0.98	2222208	0.030	1.19
	Mill 5	4.7	0.97	0.96	1930686	0.035	1.24
	Mill 6	4.3	0.95	0.92	2019403	0.027	1.25

From Tables 1 and 2 we conclude that the torque in the fourth roller during correct mill operation (torque stable in all the rolls) is less than 5% of the total torque, which means that the maximum inlet torque is not higher than 10% of the total torque in the mill. This means that when the fourth roller is moved by the top roller, the torque in the top roller is at a maximum 10% higher than the sum of torques in the inferior rollers. It can be concluded that the individual drives can be selected for the same capacity (two drives for the top roll and one for each inferior rollers) and it is not really necessary to drive the fourth roller individually. Discrepancies in some results arise from problems inside the mill, incorrect mill settings and control configuration, which will be discussed below.

TORQUES IN FOUR-ROLL MILL ROLLERS AND THEIR DISTRIBUTION

The best results from the mills are obtained when mills are operated with optimum torque, as stable as possible. This can be achieved by automating the operation of the mills using variable-speed drives. The electrohydraulic drive is a very good option, as the moment of inertia of direct electrohydraulic drives is 100 to 1000 times lower than the moment of inertia of

other high torque variable speed drives (individual drives, top-roll drives). The first mill regularly works with constant speed and the optimum torque is maintained by controlling the chute level in an optimum range. It is done by changing the speed of cane feeding to the first mill, which may be either manually or automatically. The other mills are set for the speeds corresponding to milling capacity and the corresponding settings, and their speed is manually or automatically changed to maintain the chute level within the defined optimum ranges. During the operation of the mill tandem, the operator can change the speed setting of each mill, when it is necessary to lower milling capacity due to, for example, high level of the juice in the tank. When this is done manually, the operator can monitor the chute level on the control desk, as well as pressures in the hydraulic motors and, thus, decide what set speed should be adjusted for each mill.

The automation of mill operation can also be done using speed-pressure control by maintaining the pressure in the hydraulic motors as constant as possible, which is very useful when mills are not equipped with chute level sensors. Full automation is achieved when the set speed of the mills and the speed of the intermediate carriers change automatically due to a change in milling capacity as a result, for example, of high level of the juice in the tank. The first mill will still work at constant speed and the feeding to the mill is automated by controlling the chute level. The mill operator can monitor on the control-desk display the pressures and speeds of hydraulic motors installed on each roller and, thus, determine if the work of the mills is stable and if all the rollers are participating in mill operation in the optimum way. The pressures and speeds of each hydraulic motor can be stored in the local memory of the control desk or in an external memory and then analysed, presenting the graphics of torques. The graphics of torque distributions provide immediate information that something is not correct in the mill operation. When the mill works correctly, the top-roller torque is the sum of the torques of the inferior rollers plus the input torque between the top and the fourth roller and as mentioned before, the top-roller torque is always 50% of the total torque in three-roll mills and no more than 55% in four-roll mills.

When the work of the mills is fully automated, then the variation of the pressures and speeds is very small, as in Figure 1 and 2, where pressures in the hydraulic drives of the rollers and torque distribution are presented for mill 1 and 5.

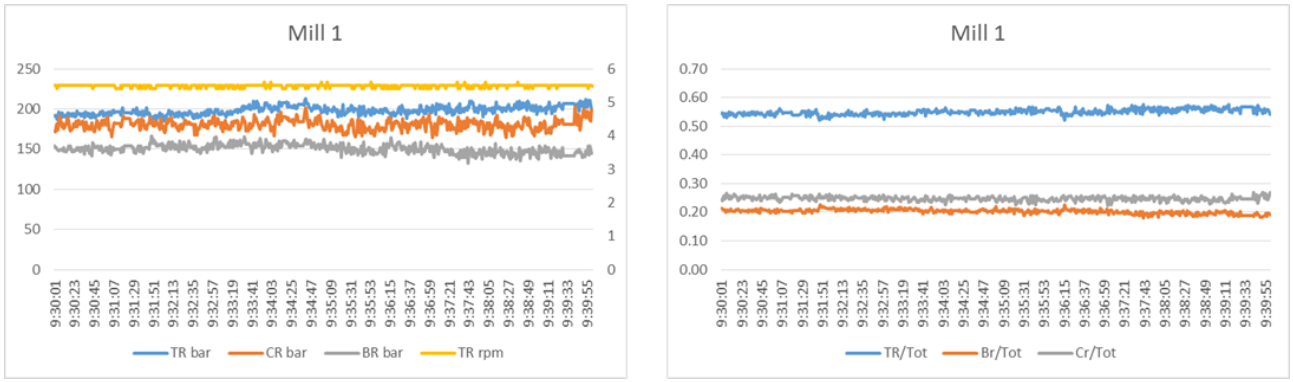


Fig. 1. Stable operation of mill 1: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives; (b, right) torque distribution.

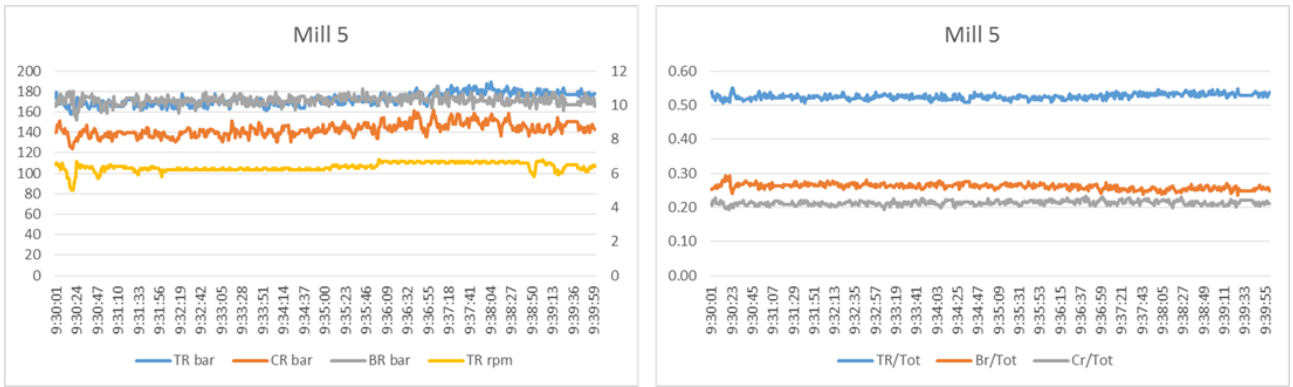


Fig. 2. Stable operation of mill 5: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives; (b, right) torque distribution.

When the torque in the mill is not stable but the pressures in the rollers are changing in the same way, it means that all the rollers are still working with minimum slippage (Fig. 3) but the average torque is very low and the juice extraction is strongly affected. Pressure variation provides information about incorrect configuration of controls or failures of the sensors, mainly related to chute level. Figure 3a shows the pressures in the rollers' hydraulic drives of the first mill in a sugar factory where the rollers seem to work without slippage but the operation of the mill is very unstable and the speed of the top roller is varying. The unstable operation of the mill is also reflected in the torque distribution shown on Figure 3b.

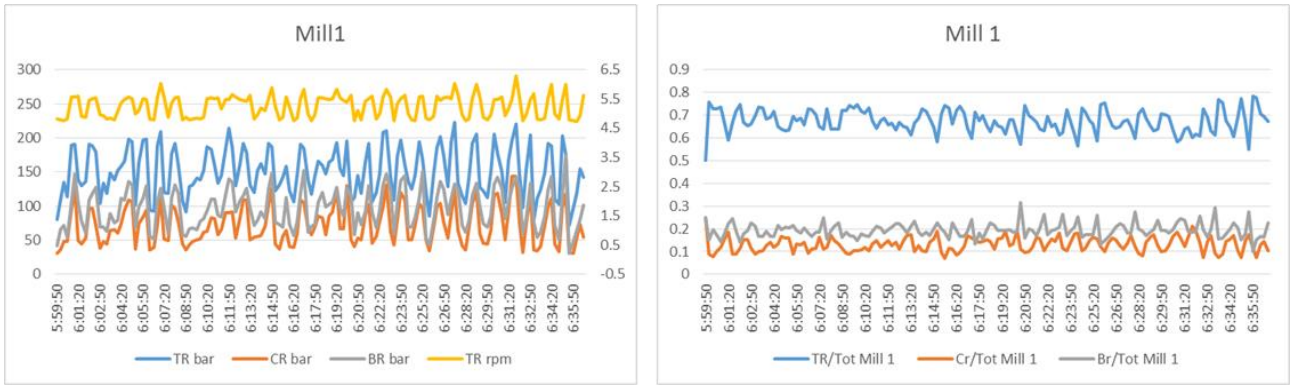


Fig. 3. Incorrect operation of mill 1: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives of the first mill; (b, right) torque distribution.

Figure 4a shows pressures on the hydraulic drives in mill 6 of the same tandem, where again pressures are not stable but the torque distribution is very stable, which means that the slippage of the rollers is really quite small and this can be seen in Figure 4b. On this figure it can also be observed that the mill operator adjusted the setting for the bagasse roller very tight, looking for the lowest moisture contents in the bagasse. In this case, the total torque is increasing and the risk of slippage is high, but Figure 4b shows that the torque distribution is rather uniform. Variation of pressures is the result of the use of the speed pressure control that is here not correctly configured. Mill 6 has no chute-level sensors.

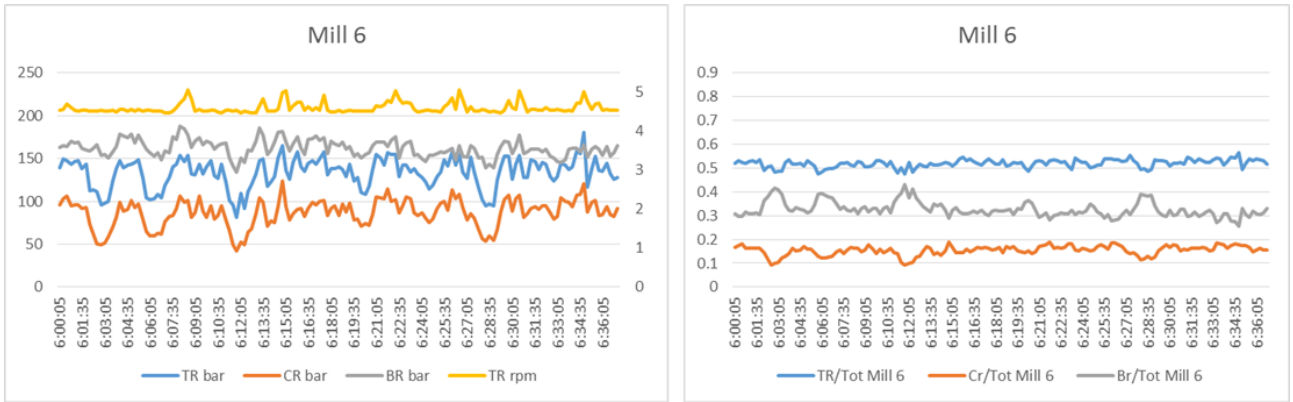


Fig. 4. Unstable operation of mill 6: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives of mill 6; (b, right) torque distribution.

When pressures are not changing in a similar way (one of the pressures is lower than expected and without changes), it shows that the corresponding roller has a slippage and is not working properly. Other rollers are loaded in excess and the total torque is increasing due to losses provoked by the slippage (Fig. 5). The operator can confirm the slippage of the roller by trying to manually increase the speed ratio between the rollers. If the speed ratio between the inferior rollers and the top roller is increasing, the torque in the inferior roller should increase. If this does not occur, then the inferior roller is

slipping. This is quite common for the bagasse roller, where application of welding is more difficult. Roller slippage is generally the result of roller surface wear or of incorrect adjustment of the corresponding scraper, but if it happens suddenly, it shows that the scraper has a failure and the grooves will be immediately filled by bagasse. Figure 5a shows the graphs where the bagasse roller and top roller are slipping and Figure 5b shows torque distribution for this mill, which seems rather stable, but the main job is done by the top and the cane roller.

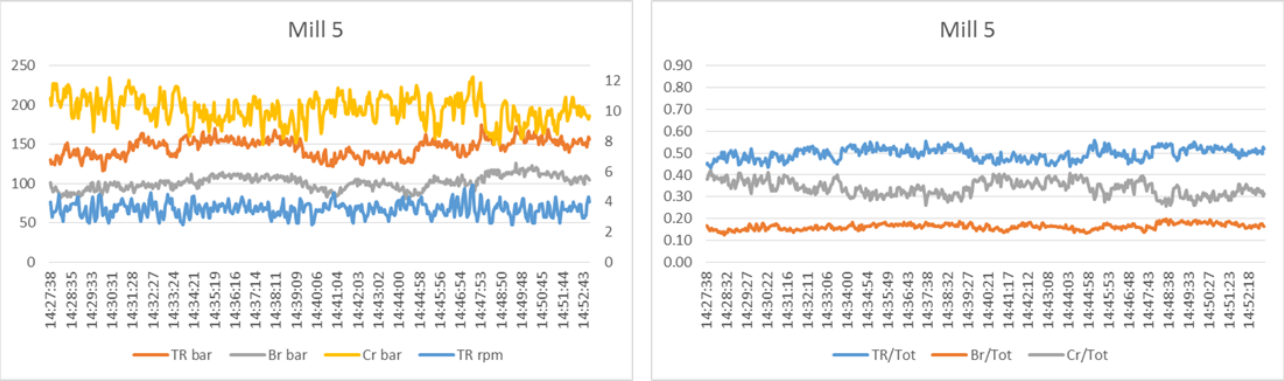


Fig. 5. Slippage of the bagasse and top roller: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives of mill 5; (b, right) torque distribution.

Figure 6 shows how the problem in the top roller of a sugar mill was detected and corrected. The top-roller drive pressure was rather low in the first hours. The operator first stopped the mill to find out the cause for the low pressure in the top roller and found that the top-roller's surface was full of bagasse. At about 14:00 hours the operator started to adjust the top roller scraper and the pressure in the top-roller drive increased, showing that the top roller was now properly cleaned by the scraper.

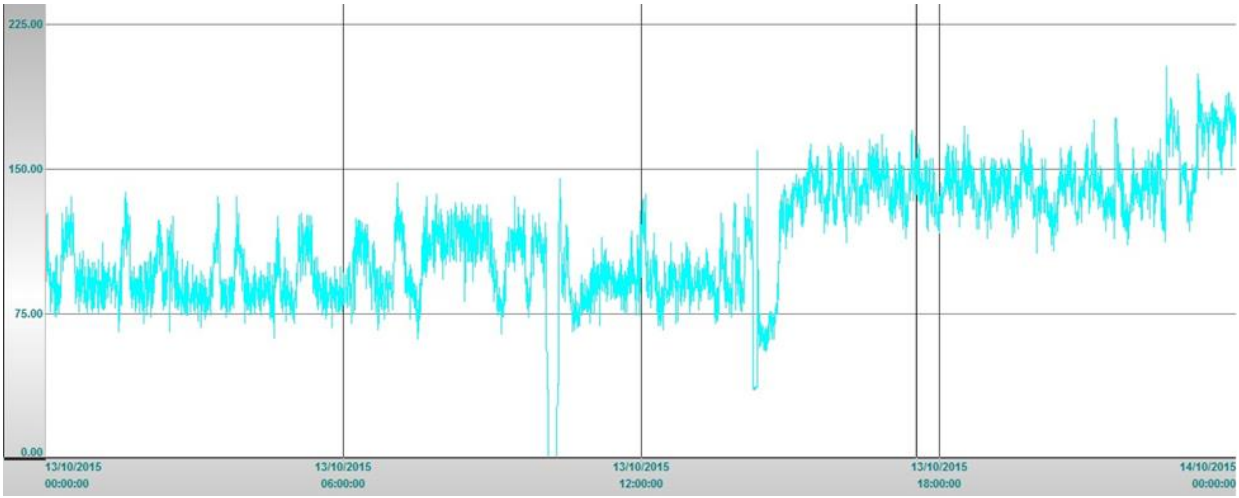


Fig. 6. Work of the top roller before and after the scraper adjustment at about 14:00 hours.

Another problem that can be detected in the mill, especially after maintenance, is the incorrect adjustment of the trash plate or the scrapers. If operation conditions are the same and cane quality is the same but the torque in one of the rollers is much higher than before, then the trash plate or the scrapers are pushing the corresponding rollers excessively.

Furthermore, when the trashplate is adjusted too close to the top roller, it generates higher torque and the operator can see higher flotation of the top roller.

In mill 2, where the wet bagasse from the juice strainer is returned by the corresponding conveyor, there is a possibility of additional slippage of the rollers (mainly cane roller) due to higher moisture content of the fed bagasse and it can be detected by observing the cyclical oscillation of pressures (Fig. 7a) and torque ratios (Fig. 7b).

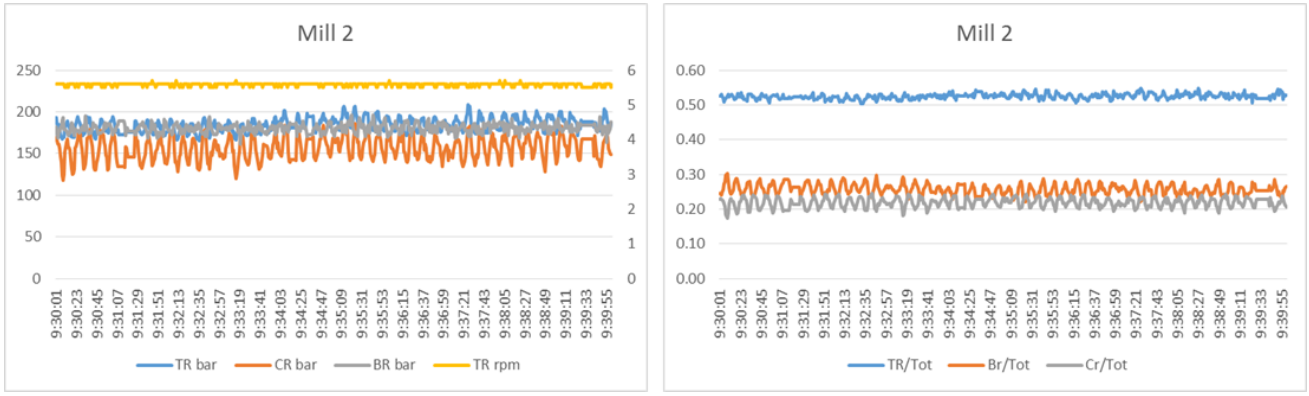


Fig. 7. Slippage of the rollers in mill 2: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives of mill 2; (b, right) torque distribution.

The wrong configuration of controls also affects the work of the mill and it can be immediately detected by analysing torque distribution (Figs 8a and 8b).

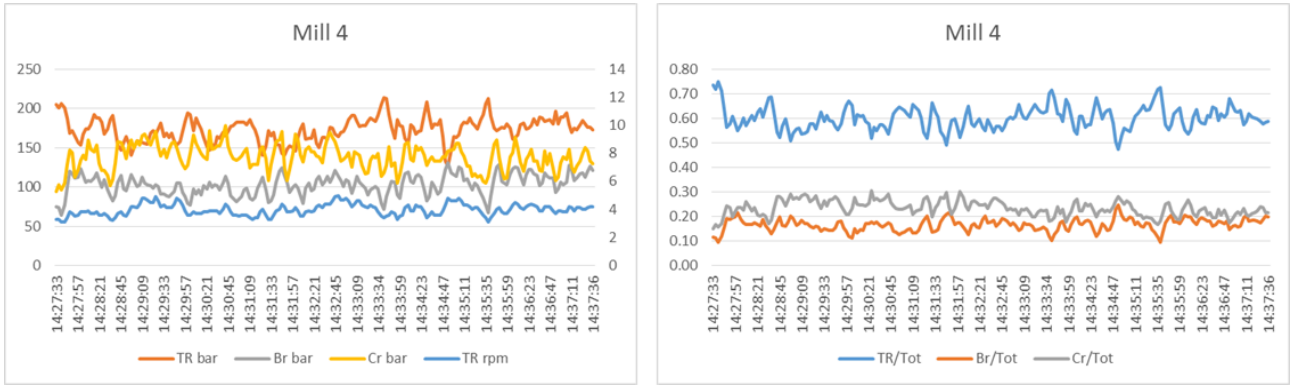


Fig. 8. Unstable operation of the mill due to wrong configuration of controls: (a, left) pressures in the rollers' hydraulic drives of mill 4; (b, right) torque distribution.

Figure 9 shows the speed ratio between the inferior rollers and the top roller, for the case of Figure 8. The ratio is changing automatically due to a wrong configuration of controls. The interesting observation is that the total torque is rather stable in this mill operated in an unstable way (Fig. 10).

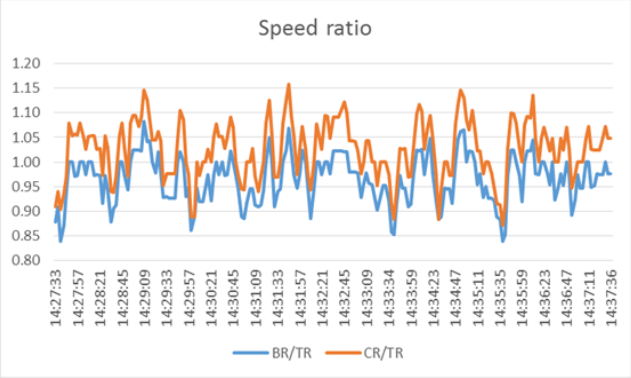


Fig. 9. Speed ratio for the case in Figure 8.

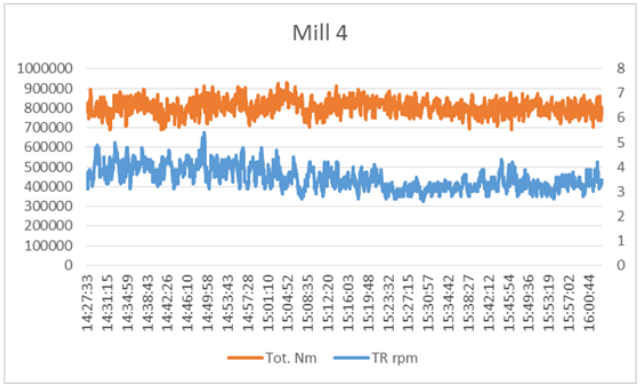


Fig 10. Total torque for the case in Figure. 8.

The wear of welding on the rollers can be easily detected by a gradual reduction of the operating pressure that reflects torque reduction on individual electrohydraulic driven rollers. In Usina Ferrari in Brazil, this control is done on a regular basis to determine the exact time to re-weld the rollers. On one hand, the mill avoids reduction of production due to slippage on the rollers, and, on the other hand, they avoid excessive welding.

A long-term follow-up of pressure relations between the rollers also helps to make better decisions regarding when a roller needs to be replaced or if diameter reduction can still be compensated by an increase in speed.

CONCLUSIONS

Electrohydraulic individual drives allow constant measuring of the torque in each roller during milling operation. The possibility of continuous measurement of the torque in each roller and the analysis of the torque distribution among the rollers allows to determine the torque in the fourth roller and the detection of problems inside the mill, such as problems with adjustment of the trash plate, adjustment or failure in scrapers, wear of the roller surface, incorrect mill settings and also incorrect configuration and use of controls when mill operation is automated. The continuous measurement of torque in each roller was found to be an excellent mill operation predictive maintenance and troubleshooting tool.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Bosch Rexroth Sweden and Bosch Rexroth Brazil for their interest in this research and the corresponding economic support. Thanks also to Santa Isabel, Ferrari, Motzorongo, US Sugar and BSI factories technical staff for their support and great cooperation in making this research possible, and to Mr Tirso Muruet for his important comments and input to this paper.

REFERENCES

Kent GA, McKenzie NJ. 2001. The distribution of torque in a three roll mill. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 24: 220-225.

Lewinski J. 2005. Electro-hydraulic assist drives for sugar mills. *International Sugar Journal* 107: 532-538.

Lewinski J, Grassmann P, Kallin T. 2010. Sugar mill operation with individual drives. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 27: 10 pp.

Lewinski J, Grassmann P, Kallin T. 2013. Torque and power consumption in four roll sugar mills. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists* 28: 12 pp.

Résolution des problèmes d'exploitation du broyeur en analysant la répartition du couple entre les rouleaux

Résumé. Les entraînements électro hydrauliques individuels permettent d'obtenir une mesure constante de couple dans chaque rouleau pendant les opérations de broyage. L'automatisation du fonctionnement de chaque broyeur et du tandem complet permet de travailler avec un couple optimal dans chaque broyeur, ce qui donne une extraction maximale. Pendant le fonctionnement optimal du broyeur a quatre rouleaux, le rouleau supérieur prend la même partie de couple lié aux rouleaux inférieurs et aussi le couple d'entrée, si le quatrième rouleau est déplacé par le rouleau supérieur. Les couples de chaque rouleau doit rester uniformes, mais en cas de problèmes mécaniques à l'intérieur du broyeur, le couple total ou le couple sur les rouleaux individuels peut varier, donnant des informations que quelque chose doit être corrigé. Dans cet article on présente l'analyse de l'exploitation de broyage a quatre rouleaux au Brésil, au Mexique, au Belize et aux États-Unis, où des mesures de couple ont été effectuées sur chaque rouleau du broyeur. Les rouleaux des broyeurs ont été opérés individuellement par les unités électro hydrauliques, permettant des mesures en continu de couple et la vitesse de chaque rouleau. Le quatrième a été tiré par le rouleau supérieur, sauf aux États-Unis, où le quatrième rouleau a été équipé d'une seule unité supplémentaire. L'analyse de la répartition du couple dans chaque rouleau a permis de détecter divers problèmes mécaniques à l'intérieur du broyeur, dont l'usure de la surface des rouleaux et on a déterminé aussi le couple dans le quatrième rouleau, qui a été jugée non supérieure à 5% du couple total du broyeur. On a constaté que la possibilité de mesure en continu du couple dans chaque rouleau peut être un excellent outil pour la maintenance prédictive et la résolution des problèmes d'exploitation du broyeur.

Mots-clés: Hydraulique, broyeur, entraînement, indépendant, couple, vitesse

Solución de problemas de operación del molino mediante el análisis de la distribución del torque entre las mazas

Resumen. Los accionamientos electrohidráulicos individuales permiten obtener una medida constante del torque en cada maza durante las operaciones de molienda. La automatización de la operación de cada molino y de todo el tándem permite trabajar con el torque óptimo en cada molino, dando la máxima extracción. Durante la óptima operación del molino de cuatro mazas, la maza superior toma la misma porción del torque relacionado a las mazas inferiores y, además, el torque de entrada, si la cuarta maza es movida por la maza superior. Los torques en cada maza deben mantenerse uniformes, pero en caso de cualquier problema mecánico en el interior del molino, el torque total o el torque en las mazas individuales pueden variar, dando información de que algo debe corregirse. En este trabajo se presenta el análisis de la operación de molienda en los molinos de cuatro mazas en Brasil, México, Belice y los EE.UU., donde se realizaron mediciones del torque en cada maza del molino. Las mazas de los molinos fueron accionadas individualmente por las unidades electrohidráulicas, permitiendo así mediciones continuas del torque y la velocidad de cada maza. La cuarta maza fue accionada por la maza superior, excepto en los EE.UU., donde la cuarta maza estaba equipada con una unidad individual adicional. El análisis de la distribución del torque en cada maza permitió la detección de diversos problemas mecánicos en el interior del molino, incluyendo el desgaste de las superficies de las mazas y también determinó el torque en la cuarta maza, que se encontró que no era mayor al 5% del torque total del molino. Se encontró que la posibilidad de medición continua del torque en cada maza puede ser una excelente herramienta de mantenimiento predictivo y resolución de problemas de operación del molino.

Palabras clave: Hidráulica, molino, unidad, independiente, par, velocidad

MAZAS XM CON DRENAJES INTERNOS PARA REDUCIR LA REABSORCIÓN
XM ROLLS WITH INTERNAL DRAINS TO REDUCING THE REABSORPTION

Sanchez, J.
Fundiciones Universo. Calle 11A No. 32-85 Arroyohondo - Yumbo, Colombia
jsanchez@fundicionesuniverso.com

RESUMEN
Innovación tecnológica que busca minimizar la reabsorción de jugo en los molinos de caña para aumentar su extracción. Se trata de una innovación sobre la maza Lotus pero no se construye en acero sino en hierro gris muy similar al material de los cascos convencionales.
Consiste en implementar drenajes hacia el interior de las mazas para separar rápidamente el jugo del bagazo durante la molienda. En la raíz de los dientes se instalan cientos o miles de boquillas que capturan el líquido y lo dirigen internamente hacia unos amplios drenajes longitudinales, finalmente se canaliza el jugo por los costados laterales y se deja caer en la bandeja recolectora de jugo. Los principales beneficios son:

- Aumentar la extracción de jugo y reducir la humedad del bagazo
- Posibilidad de aumentar el agua de imbibición y la capacidad de molienda
- Mejorar y estabilizar la operación de las calderas
- Reducir la contaminación por menor consumo de combustibles fósiles

PALABRAS CLAVE: Drenajes internos, Reabsorción, Extracción, Lotus, Secador de bagazo.

ABSTRACT
Technological innovation that minimises the sugarcane juice reabsorption during the milling cycle, increasing its juice extraction: the XM mill roll. The innovation is based on the Lotus mill roll, which is not built on steel, but rather on cast iron, similar to the conventional shells. The innovation consists of implementing drains directing flow towards the inner part of the mill rolls in order to rapidly separate the bagasse juice during the milling cycle. Hundreds or thousands of nozzles are placed at the root of the mill rolls teeth to capture the liquid and direct it internally towards wide longitudinal drains that channel the juice through the exit sides, ending in the juice collecting tray. The main benefits are:

- Increase juice extraction and reduce bagasse moisture
- Possibility of increasing water imbibition and milling capacity
- Improve and stabilise boiler operation
- Reduced pollution by lower fossil fuel consumption

KEY WORDS: Internal drainage, Reabsorption, Extraction, Lotus, Bagasse dryer.

INTRODUCCIÓN

Durante la extracción de jugo en los molinos de caña es inevitable la reabsorción del jugo en el bagazo disminuyendo la extracción de sacarosa e incrementando la humedad en el bagazo. Por décadas los diseñadores han implementado diferentes métodos y dispositivos para aumentar y mejorar los drenajes de jugo con resultados cada vez más positivos contra la reabsorción: mazas Lotus, mazas cribadas, ranuras Messchaert, menores ángulos en el rayado de los dientes, succionadores de vacío, Delfini, P, 43, 49, 50 (2016).
Las mazas con drenajes internos ofrecen una solución eficaz para reducir la reabsorción porque permiten que rápidamente el jugo se separe del bagazo al producirse la compresión entre las mazas. Un buen ejemplo son las mazas Lotus que se construyen desde hace años en fundición de acero con bajo carbono. Los resultados en extracción y humedad en bagazo son buenos pero implican elevados tiempos de fabricación, altos costos de producción e invertir demasiado tiempo en su mantenimiento. Los cascos de acero requieren equipos de fusión más especializados que los cascos en fundición gris laminar y sus procesos de mecanizado también

son más extensos y complejos, en consecuencia, el costo de fabricación es elevado y solo pueden producirse en acerías. Durante la molienda, la corrosión generada por el jugo ataca más rápidamente al acero que al hierro gris, se hace necesario proteger los fondos de los dientes para evitar su acelerado desgaste. Un casco de acero con bajo carbono (inferior a 0,30 % C) se puede reconstruir con soldadura para recuperar la forma y dimensiones originales, sin embargo, este proceso casi siempre resulta más costoso y dispendioso que cambiar el mismo casco pero en hierro gris laminar. Adicionalmente, no es fácil evitar la acumulación de bagazo en los conductos axiales y radiales, una vez que están bloqueados se pierde la funcionalidad de los drenajes internos. Todo lo anterior ha impedido que estas mazas se hayan popularizado en la industria azucarera, Rein, pág. 113, 114 (2007).

Las nuevas mazas con drenajes internos, nombradas en este artículo como mazas XM, han resuelto los principales inconvenientes de sus antecesoras ya que son construidas en un material de hierro gris muy similar al de las mazas convencionales pero con algunas propiedades metalúrgicas mejoradas para soportar las perforaciones internas. Se debe usar hierro gris laminar con resistencia a la tracción superior a 30.000 PSI o algún hierro nodular cuya resistencia mecánica es muy superior. En estas condiciones es factible construir una maza XM sin afectar significativamente su costo y con simples rutinas de operación y de mantenimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cada maza XM tiene un diseño único porque es necesario modificar el molino para que permita los nuevos drenajes internos. El diseño incluye la ubicación de las boquillas y de los tubos longitudinales, la modificación de los flanges o bridas y la canalización lateral del jugo mediante la instalación de platos deflectores (figura 1).

Las boquillas son toberas con un orificio central de 1/4" a 5/16", se instalan en dirección radial con el cono divergente hacia el interior del casco y en su parte exterior toman la forma del ángulo de los dientes de la maza. La longitud depende del espesor del casco y de la ubicación de los drenajes longitudinales, normalmente miden entre 2" y 3". Se pueden construir en un plástico duro pero es preferible hacerlas en acero o en bronce para facilitar el blindaje de los dientes con revestimientos duros. La gran mayoría de mazas XM son en hierro gris, las boquillas de bronce son adecuadas para ellas porque se instalan fácilmente y su vida útil es muy similar al del casco de hierro, entre 12 y 24 meses en diferentes periodos de molienda. La cantidad de boquillas depende de las dimensiones del molino y es directamente proporcional al paso entre los dientes, ancho y diámetro exterior de la maza. Es deseable instalar la mayor cantidad de boquillas para capturar el jugo y evitar que se reabsorba en el bagazo, también es conveniente que haya exceso de boquillas porque es inevitable impedir que algunas se tapen con diferentes sólidos durante la molienda. Un buen diseño de maza XM evitará el rebose de jugo por encima de la maza superior y se conservará así por más tiempo. Las boquillas deben colocarse seguidamente en todos los fondos de los dientes pero no deben quedar alineadas para evitar que se incrusten las puntas del peine raspador y para reducir el riesgo de fractura del casco. Tampoco deben quedar muy cerca de los extremos laterales.

Los drenajes longitudinales son tubos que atraviesan el casco axialmente, su diámetro debe ser el mayor posible y está limitado por el espesor del casco. Se requiere un proceso especial de fundición para vaciar el metal líquido de hierro gris sobre los tubos de acero que formaran los drenajes internos. También es posible hacer estos conductos barrenados sobre el casco pero esto incrementará los tiempos y costos de fabricación. La cantidad y la ubicación de los conductos que hacen los drenajes longitudinales están limitadas por el diámetro del eje y por la cantidad de tornillos requeridos para montar los flanges o bridas laterales. Es necesario un rediseño para posicionar cada elemento y dejar libre las salidas laterales de jugo con suficiente amplitud que evite la formación de tacos de bagazo. También es indispensable instalar unos platos deflectores para canalizar el jugo y evitar que ingrese entre los cojinetes de bronce y los apoyos del eje (figura 2). Normalmente esta zona es muy estrecha y deben instalarse platinas limpiadoras en cada extremo de la maza XM para que retiren continuamente el bagazo que trata de estancarse allí. En las mazas superiores estas platinas pueden fijarse a las chumaceras para evitar que se golpeen durante la flotación de la maza.

En las figuras 1 y 2 se observan las modificaciones que se hicieron a dos flanges de una maza superior XM para permitir la salida lateral del jugo. En muchos molinos no hay espacio suficiente para estos nuevos

drenajes, los flanges están muy cerca de las chumaceras o de los sellos que se instalan para impedir que el jugo entre en los apoyos de los cojinetes, es necesario acondicionar cada elemento para liberar el espacio requerido para la salida del jugo con algún arrastre de bagazo. Casi siempre se debe reducir el espesor del flange para ganar ese espacio y a su vez lograr la canalización del jugo, en este caso es muy importante verificar la resistencia mecánica del flange para garantizar la rigidez del conjunto, podría ser necesario cambiar el material por un acero de mayor resistencia para compensar su menor sección transversal. Igualmente, es posible que sea necesario reubicar y recalcular los tornillos que sujetan el flange, una alternativa puede ser reducir el diámetro pero se debe aumentar la cantidad para conservar el área total de los tornillos sin perder la capacidad de sujeción del flange contra la maza XM.

El diseñador debe seleccionar las mejores opciones para acondicionar cada uno de los elementos de acuerdo a las dimensiones del molino y a los materiales disponibles para construir las boquillas, flanges y deflectores de jugo. Un buen diseño debe garantizar el drenaje de la maza perforada, la resistencia mecánica de todos sus componentes y la mayor vida útil de sus elementos, al menos durante un periodo de molienda. Cada Ingenio deberá implementar rutinas de mantenimiento para revisar y limpiar periódicamente los sólidos que se incrusten en los orificios de las boquillas y para garantizar que los drenajes funcionen correctamente.

El casco se debilita por la instalación de las boquillas y los conductos internos, es indispensable calcular los esfuerzos mecánicos y establecer factores de seguridad para garantizar la confiabilidad de cada maza XM. Budynas, R. pág. 214, 227, 297 (2007).

El diseño se ha ido perfeccionando para maximizar los drenajes y aumentar la cantidad de boquillas, actualmente se construyen mazas XM con más de 2.000 boquillas en molinos de 84" con rayado de 1.1/2", se logra una densidad superior a 18 boquillas por pie cuadrado de superficie exterior de la maza (figura 3).

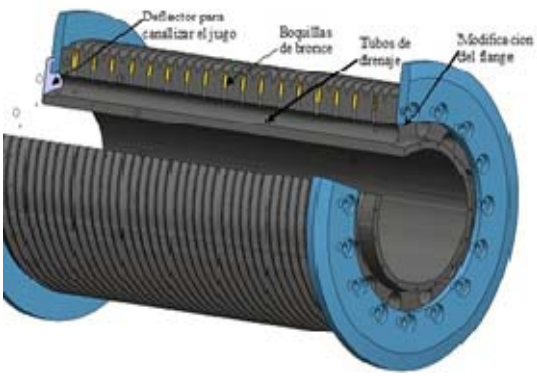


Fig. 1 Detalles de maza superior XM

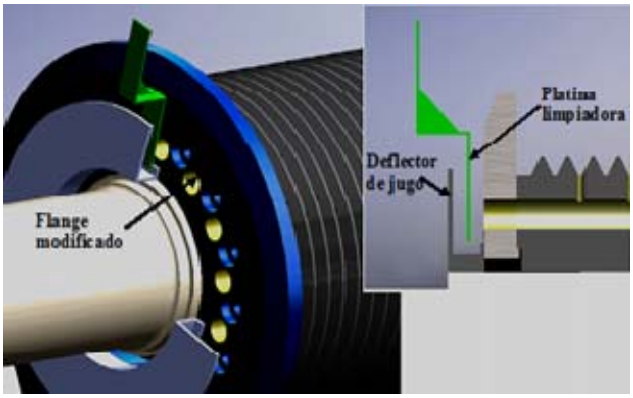


Fig. 2 Instalación de deflector de jugo y platina limpiadora de bagazo

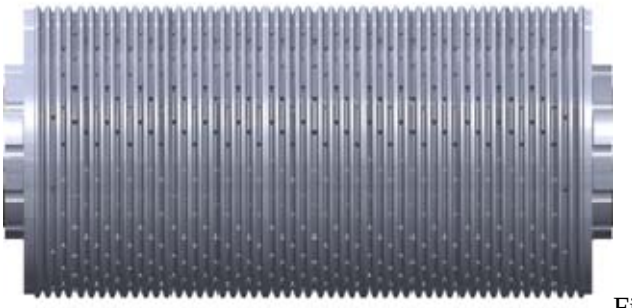


Fig. 3 Maza XM con más de 2.000 boquillas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Colombia hay instaladas mazas XM desde el año 2007, inicialmente se construyeron solo mazas superiores ya que son las que tienen mayor superficie en contacto con el jugo, posteriormente se construyeron mazas inferiores e incluso cuartas mazas XM.
En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por algunos Ingenios que usan mazas XM con diferentes condiciones de molienda. Se observa que casi todos los Ingenios colombianos tienen la humedad del bagazo por debajo de 50%, la sacarosa en bagazo inferior al 2% y la extracción reducida superior al 97%. Otro dato importante es el comportamiento de las mazas XM en los molinos secadores de los difusores de caña en Casagrande y Valdez, se logró fácilmente una humedad de 50% ó inferior con un solo molino. El bagazo sale del difusor con una humedad cercana a 80% y pasa por un desaguador que la reduce en un 5%, anteriormente se requerían dos molinos en línea para secar ese bagazo y conseguir humedades del 50%.
En un Ingenio con humedad en bagazo superior al 52%, una maza superior XM puede reducir un 5% la humedad en el último molino, esto representa un aumento aproximado del 10% en la energía calorífica que puede entregar el bagazo al quemarse en la caldera (incremento cercano a 350 BTU/ libra de bagazo). Se pueden tener excedentes de bagazo para los periodos donde no hay molienda o se puede reducir el consumo de combustibles fósiles, de paso se disminuye la contaminación del medio ambiente.
En el primer molino, una maza superior XM puede aumentar la extracción de sacarosa hasta en un 5%. En el Ingenio Providencia de Colombia, con varias mazas perforadas en el primer molino, se logran extracciones superiores al 75%.
Actualmente se construyen mazas XM en hierro nodular, además de drenar el jugo se logra un material de mayor resistencia mecánica para reducir al máximo la rotura de los dientes y un factor de seguridad apropiado en mazas muy delgadas que no podían ser construida en hierro gris laminar. Estas mazas tienen una mayor densidad de boquillas, entre 20 y 30 boquillas por pie cuadrado, en un molino de 90” puede superar fácilmente las 2.400 unidades.
Esta innovación tecnológica se ha implementado en todos los países de América. A la fecha se han construido más de 1.200 mazas XM para unos 80 Ingenios azucareros de todo el continente.

CONCLUSIONES

1. Las mazas con drenajes internos mejoran la operación de los molinos de caña porque reducen significativamente la reabsorción de jugo, elevan la extracción de sacarosa, permiten aumentar la cantidad de agua de imbibición para maximizar dicha extracción, reducen la humedad del bagazo y estabilizan la operación de las calderas.
2. Al disponer de un mayor drenaje se puede aumentar la velocidad de los molinos para procesar más caña y subir la capacidad de molienda, Rein, pág. 119 (2007).
3. Los avances en ingeniería mecánica y metalúrgica han hecho posible la construcción de mazas perforadas en fundición de hierro gris especial con todas las ventajas que ofrece este material en los molinos de caña: bajo costo de producción, adecuados tiempos de fabricación, facilidad en la operación durante la molienda y simplicidad en las labores de mantenimiento.
4. Se deben instalar la mayor cantidad de boquillas que admita la superficie exterior de la maza, esto asegura una mayor capacidad de drenaje y logra mantener por más tiempo un buen indicador de extracción. Después de unas semanas, es inevitable que la maza XM vaya perdiendo efectividad para drenar el jugo porque algunas boquillas se taparán con los sólidos que coincidan con su orificio central. Instalar boquillas en exceso (sin correr riesgos de rotura, por supuesto) permite esperar hasta los mantenimientos programados para realizar la limpieza sin detrimento de los indicadores.
5. Siempre es indispensable realizar un diseño de cada maza XM para asegurar la funcionalidad de los drenajes sin perder la resistencia mecánica del casco. En algunos casos no será posible construir la maza XM en fundición gris laminar pero se puede escoger un acero de bajo carbono o un hierro nodular. El diseño debe ser cuidadosamente evaluado y calculado para no sobrepasar los esfuerzos admisibles del material y garantizar los factores de seguridad mínimos aceptables tanto estáticos como dinámicos.
6. Es posible construir cualquiera de las mazas de un molino con drenajes internos. La maza superior proporcionará los mejores resultados porque tiene una mayor superficie de contacto con el jugo. Sin

embargo, se consigue mejorar aún más la extracción en la medida en que se acompañe de otras mazas XM y se implemente en todos los molinos del tándem.

Tabla I. Datos de molienda de varios Ingenios Azucareros con mazas XM

Ingenio / pais	Molienda TCD	Cantidad de molinos	Molinos con mazas xm	Posicion de las mazas xm en el molino	Fibra % caña	Imbibicion % caña (agua)	Humedad % bagazo	Sacarosa % bagazo	Extraccion reducida a 12,5%
Mayaguez / Colombia	7.600	6	Todos	Superiores	16,0%	32,0%	49,0%	1,9%	97,0%
Risaralda / Colombia	5.000	6	Primero y sexto	Superiores	13,5%	24,0%	47,0%	1,7%	97,0%
La Cabaña / Colombia	5.600	6	Todos	Superiores	16,5%	30,5%	49,5%	1,8%	97,0%
Providencia / Colombia	9500	6	Todos	Todas las superiores y las 4 mazas del primer molino	15,5%	28,0%	47,0%	1,6%	97,1%
Incauca Fulton/ Colombia	7.400	6	Todos	Superiores	15,6%	30,9%	47,3%	1,8%	97,0%
Incauca Farrel / Colombia	4.400	6	1, 3, 4, 5 y 6	Superiores en todos y bagacera en molino 1	15,6%	29,8%	48,0%	1,7%	97,0%
Castilla / Colombia	7.200	6	3, 5 y 6	Superiores	15,4%	30,5%	50,3%	1,8%	97,2%
Riopaila / Colombia	8.500	6	2, 5 y 6	Superiores	14,8%	29,5%	46,5%	2,1%	96,8%
Carmelita / Colombia	2.000	6	Sexto	Superior	17,0%	31,2%	50,2%	2,1%	96,6%
La Troncal / Ecuador	10.500	6	1, 2 y 6	Cañera mol1, superior mol2, superior y cañera mol6	16,6%	20,9%	48,2%	1,8%	96,2%
Valdez / Ecuador	9.000	1	Un molino secador	Superior y cañera	13,2%	***Difusor***	50,5%	N/A	N/A
San Carlos TB/ Ecuador	9.000	5	Todos	Superior en todos y bagacera en 2, 3 y 5	13,5%	32,3%	49,2%	1,7%	96,2%
San Carlos TA/ Ecuador	4.300	6	1, 3, 4, 5 y 6	Superiores 1, 3, 5 y 6, bagacera mol 4	13,5%	33,5%	49,1%	2,0%	95,5%
Santa Rosa / Panama	7.500	6	1, 2, 5 y 6	Superiores	15,3%	26,9%	49,7%	2,1%	95,7%
Varela / Panama	640	3	Todos	Todas las superiores y bagaceras	15,0%	30,0%	48,1%	2,0%	N/A
La Victoria / Panama	6.630	5	Todos	Todas las superiores	15,1%	23,1%	50,9%	2,8%	92,9%
Alange / Panama	5.300	6	Primero y sexto	Superiores	14,5%	26,9%	53,0%	2,9%	93,4%
Laredo / Peru	4.500	6	Primero y sexto	Superiores	15,7%	33,9%	50,4%	1,4%	97,5%
Paramonga / Peru	4.400	5	1, 2 y 6	Superiores	13,7%	23,1%	49,1%	2,2%	95,6%
San Jacinto / Peru	3.000	5	Primero y quinto	Superiores	13,8%	28,9%	48,2%	1,8%	96,6%
Casagrande TB/ Peru	6.000	6	Sexto	Superior, cañera y bagacera	14,0%	26,0%	47,0%	1,7%	96,9%
Casagrande Difusor / Peru	5.000	1	Un molino secador	Superior, cañera y bagacera	14,0%	28,5%	48,5%	2,0%	96,0%
Tuman / Peru	4.000	5	Primero y segundo	Superiores	13,5%	30,0%	49,0%	2,2%	95,4%
Pucala / Peru	4.000	5	Todos	Superior en todos, cañera y superior en mol 1	12,1%	16,0%	51,6%	3,8%	91,7%

REFERENCIAS

1. Delfini, P, Curso avanzado de extracción y eficiencia de molinos, Cengicaña, Guatemala (2016).
2. Rein, P. (2007). Cane Sugar Engineering.
3. Budynas, R.G., Nisbbett, J.K., Miller, (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava edición.

MAZAS EN HIERRO DÚCTIL, MÁXIMO DESEMPEÑO DURANTE LA MOLIENDA

DUCTILE IRON SUGAR MILL ROLLERS: MAXIMUM CRUSHING PERFORMANCE

Sanchez, J.
Fundiciones Universo. Calle 11A No. 32-85 Arroyohondo - Yumbo, Colombia
jsanchez@fundicionesuniverso.com

RESUMEN

Innovación tecnológica en la construcción de las mazas para molinos que consiste en reemplazar el hierro gris laminar por hierros dúctiles que tienen mejores propiedades físicas y mecánicas capaces de soportar las difíciles condiciones durante la molienda de la caña de azúcar.
La vida útil de las mazas es relativamente corta debido a que están expuestas a una fuerte abrasión y corrosión con la caña durante su trasiego por el molino (bagazo, jugo, tierra, arena, etc.), adicionalmente es frecuente la presencia de solidos que parten fácilmente los dientes ante la fragilidad del hierro fundido.
Los principales beneficios del hierro dúctil respecto al hierro laminar son:

- ✓ Mayor dureza y resistencia mecánica
- ✓ Mejor soldabilidad y resistencia al impacto
- ✓ No es frágil, tiene elongación
- ✓ Más posibilidades de tratar térmicamente

Las características del hierro dúctil no solo están permitiendo desarrollos más avanzados en las mazas XM con drenajes internos (más de 2.000 boquillas) sino que garantizan unos mejores indicadores de molienda al mantener por más tiempo la forma y la geometría de los dientes. Este material permite rayados de paso reducido con ángulos muy bajos para mejorar la extracción de sacarosa y reducir la humedad del bagazo.

PALABRAS CLAVE: Mazas, Dúctil, Desgaste, Extracción, Humedad.

ABSTRACT

Technological innovation related to the materials used in manufacturing the sugar mill rollers that consists in replacing the laminar cast iron with ductile irons with better physical and mechanical properties capable to withstand the critical sugar mill crushing conditions.
Lifespan of traditional rollers is relatively short due to their exposure to abrasion and corrosion while they are used in the mills (bagasse, juice, mud, sand, etc.). In addition, is frequent the presence of solid materials (rocks or metal parts) that easily break the rollers teeth because of the cast iron fragility.
Main benefits of ductile iron compared with laminar cast iron:

- ✓ Higher hardness and mechanical resistance
- ✓ Better weldability and impact resistance
- ✓ It is not fragile
- ✓ Better heat treatment options

Ductile iron characteristics are not only allowing more advance developments in perforated XM rollers with internal drainage systems (more than 2.000 nozzles) but to guarantee better milling indicators by keeping teeth geometry and shape for longer periods of time. This material withstand smaller pitch grooves even with low angles therefore increasing sucrose extraction while lowering bagasse moisture.

KEY WORDS: Rollers, Ductile, Wear, Extraction, Moisture.

INTRODUCCIÓN

Actualmente casi todas las mazas son construidas en fundición de hierro gris laminar, un material ferroso fácil de producir, su fabricación se rige bajo la norma ASTM A-48 con resistencia a la tracción entre 25 000 y 35 000 PSI con durezas entre 180 y 200 HBN (Manual de normas técnicas, ASTM, 1999).
Las principales ventajas del hierro gris laminar son:

- ✓ Buena maquinabilidad.
- ✓ Costos y tiempos de fabricación bajos.
- ✓ Grano grueso (abierto).
- ✓ Buena resistencia a la corrosión.

Las principales desventajas del hierro gris laminar son:

- ✓ Baja resistencia mecánica.
- ✓ Mala soldabilidad.
- ✓ Rotura de dientes por material frágil.
- ✓ Corta vida útil.

El grano abierto es una característica muy valiosa ya que favorece la alimentación del molino, sin embargo, actualmente se prefieren materiales con grano más fino de mejor resistencia a la tensión para soportar mayores cargas y esfuerzos mecánicos (Rein, 2012, p. 131, 158).
Es inevitable que se presenten desgastes permanentes en los dientes de las mazas debido a la fuerte abrasión con el bagazo y a los diferentes solidos que ingresan al molino: tierra, arena, piedras, partículas metálicas, etc. Igualmente hay desgaste corrosivo en las mazas por el contacto permanente con el jugo que está siendo extraído en el molino. Para combatir esos desgastes, desde hace unas décadas se realizan blindajes sobre los dientes para protegerlos y cubrirlos con revestimientos duros de aproximadamente 60 HRC. Como la soldabilidad del hierro gris es muy baja, casi siempre se afecta térmicamente su estructura interna y esto aumenta considerablemente su fragilidad, se logra un revestimiento duro pero es inevitable que se partan fácilmente los dientes ante la presencia de solidos que ingresan con la caña o el bagazo. La pérdida del blindaje y la rotura de los dientes reducen la eficiencia en la extracción de jugo, se hace necesario desmontar las mazas para rectificarlas (recuperar la forma y dimensiones de los dientes) y blindar nuevamente.
El desarrollo de las mazas perforadas XM ha permitido aumentar la extracción de sacarosa y reducir la humedad en el bagazo, menor a 50% (International Sugar Journal, march 2015, p. 192 a 199). Estas mazas perforadas son aún más débiles que las mazas convencionales y por lo tanto tendrán una menor vida útil.
El hierro dúctil es una buena alternativa para resolver los problemas de fragilidad y proporciona una resistencia mecánica y dureza superiores a la de los hierros laminares, además es posible mejorar la soldabilidad para obtener blindajes más estables y duraderos que conduzcan a importantes reducciones en el costo del mantenimiento de los molinos. Su mayor resistencia y ductilidad permitirá el uso de rayados de paso fino para mejorar los drenajes de jugo y reducir la reabsorción (Rein, 2012, p. 124, 132).

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

Tabla I. Propiedades mecánicas del hierro dúctil, norma ASTM A-536

A 536

TABLE 1 Tensile Requirements

	Grade 60-40-18	Grade 65-45-12	Grade 80-55-06	Grade 100-70-03	Grade 120-90-02
Tensile strength, min, psi	60 000	65 000	80 000	100 000	120 000
Tensile strength, min, MPa	414	448	552	689	827
Yield strength, min, psi	40 000	45 000	55 000	70 000	90 000
Yield strength, min, MPa	276	310	379	483	621
Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %	18	12	6.0	3.0	2.0

El hierro dúctil empleado en este desarrollo y sus propiedades mecánicas se ilustran en la Tabla I.
Desde hace varios años este material se emplea en otras aplicaciones en la industria azucarera: peines raspadores, cuchillas centrales, soportes de chumaceras, carcazas para bombas hidráulicas, acoplamientos, etc. A diferencia del hierro gris laminar, puede ser extremadamente dúctil y maleable dependiendo de la estructura base de hierro (ferrita, perlita, ferritica-perlitica), su resistencia mecánica puede superar los 100 000 PSI y es susceptible de tratar térmicamente para afinar sus propiedades mecánicas.
La tabla II muestra la comparación de algunas características entre el hierro laminar y el hierro dúctil.

Tabla II. Comparación entre el hierro laminar y el hierro dúctil

TIPO DE HIERRO	FRAGILIDAD	RESISTENCIA KPSI	DUREZA, HBN	SOLDABILIDAD
Laminar	**Alta**	**30 - 40**	**180 - 210**	**Baja**
Dúctil	**Media**	**60 - 80**	**220 - 260**	**Media**

Los hierros dúctiles presentan una elongación o alargamiento muy similares a los aceros, esta característica debe ser controlada ya que puede resultar inconveniente para las mazas porque los dientes deberían actuar como fusibles ante la presencia de solidos grandes durante la molienda, en algunos casos es preferible la rotura de unos dientes a tener un accidente en los accionamientos.
Algunos Ingenios usan mazas en fundición de acero al carbono, es típico el uso de aceros con porcentajes de carbono entre 0.20% y 0.30% para facilitar la soldabilidad. El material es muy dúctil y eventualmente atrapa algunos solidos entre los dientes de la maza, la consecuencia puede ser la rotura de los dientes en el peine raspador o en la cuchilla central produciendo el embagazamiento de la maza en ese sitio. Esto también podría suceder en las mazas de hierro dúctil, en la selección del material se debe controlar la elongación a un valor máximo del 8% para que los dientes actúen como fusibles ante esfuerzos cercanos a los 70 KPSI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. **Ingenio del Cauca, Colombia**, se instaló una maza bagacera convencional en hierro dúctil en de mayo de 2014 en un molino de 47” x 84” con rayado de 2” que muele aproximadamente 10.000 TCD, eje # 9312. El blindaje fue hecho con alambres de bajo calibre, 1.2 mm y 1.6 mm, se aplicaron aproximadamente 170 kilos de soldadura, el procedimiento incluye: base, sobrebase, picotes, oscilado lateral y chapisco en dos tercios de la altura del diente. Los resultados fueron los siguientes:
Primer periodo mayo a nov. 2014, molino # 5, 1.362.000 Ton, soldadura de chapisco, aprox. 30 kg.
Segundo periodo febrero a octubre 2015, molino # 3, molienda 1.749.000 Toneladas.
Tercer periodo mayo a octubre 2016, molino # 3, molienda 1.302.000 Toneladas.

Molienda acumulada: 4.413.000 Ton, se han consumido 60 kg de soldadura para reparar el dentado. Actualmente están rectificando el rayado y el blindaje, la figura # 1 muestra el estado en cada periodo.

Fig. 1. Maza bagacera de Incauca en los tres periodos de molienda

2. **Ingenio Risaralda, Colombia**, se instaló una maza superior XM en hierro dúctil en diciembre de 2015, diámetro 40.1/2" y longitud 72", paso 2", molino 6. Hasta mayo de 2016 molió 595.377 toneladas y quedo con un diámetro promedio de 40.1/8", se requirió la aplicación de tres kilos de soldadura para reparar unos dientes rotos y 11 kilos para recuperar el blindaje (distribuidos base, sobrebase, flancos laterales y picotes).

La figura # 2 muestra el estado de la maza después de cinco meses de molienda, el desgaste fue mínimo y muy uniforme, muy pocos dientes rotos y el blindaje casi intacto.

Fig. 2. Maza superior XM de Ingenio Risaralda después de 5 meses de molienda

3. **Azucarera Nacional, Ingenio Santa Rosa, Panamá**. En la zafra de enero a abril 2016 se instalaron dos mazas cañeras XM en hierro dúctil en los molinos 1 y 6, molieron 564.000 toneladas en 96 días. El primer molino es de 45" x 84", rayado de 3", la maza perdió 1/8" al diámetro. El sexto molino es de 44" x 84", rayado 2", la maza perdió 1/16" al diámetro. Las otras mazas cañeras en hierro laminar perdieron 5/16" al diámetro. La figura # 3 muestra el estado de las dos mazas en hierro dúctil al final de la zafra.

4. **Ingenio Magdalena, Guatemala**, se instaló una maza superior XM de 42.1/2" x 84" con 1.800 boquillas, paso 2", ultimo molino (quinto) del tándem B. En la zafra 2015/2016 molió 2.781.143 toneladas y perdió 1.1/8" al diámetro en 193 días de operación a razón de 650 TCH. Comparando con la zafra anterior se logró una reducción del 3.05% en la humedad del bagazo (47.1%) y una reducción de 0.29% en la POL de bagazo. Durante la zafra se aplicaron 898 libras de recargue de soldadura en operación, esto implica un consumo de 0.147 gramos de soldadura por cada tonelada de caña, el promedio del Ingenio es 1.32 gm/TC.

Fig. 3 Mazas cañeras XM de Azucarera nacional al terminar la zafra 2016

La figura # 4 muestra el estado de la maza al terminar la zafra, uniforme y con pocos dientes rotos.

5. **Ingenio San Nicolás, México**, se instaló una maza superior XM en el molino 2 de 40.1/2" x 84", paso 2", 1.600 boquillas. En la zafra 2015/2016 molió 1.014.000 toneladas en 173 días de operación sin aportar chapisco. En la figura # 5 se observa el estado de la maza al finalizar la zafra.

Fig. 4. Maza superior XM Magdalena después de moler casi 2.800.000 toneladas

Fig. 5. Maza superior XM Ingenio San Nicolás al terminar la zafra 2016

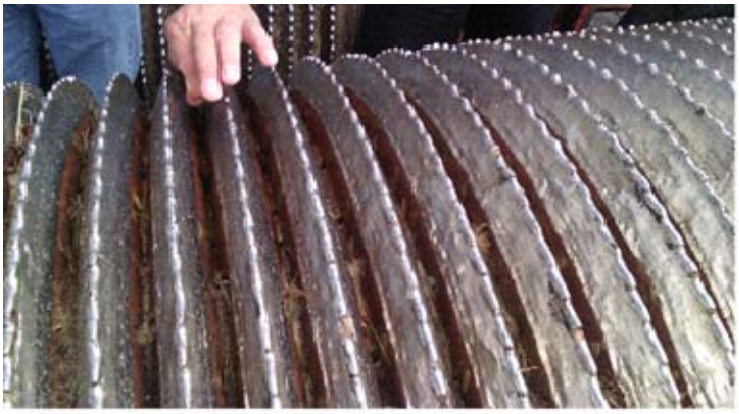


Fig. 6. Maza superior XM Ingenio El Molino al terminar la zafra 2016

6. **Ingenio El Molino, México**, se instaló una maza superior XM en el molino 1 de 37.3/8" x 72", paso 2", 1.530 boquillas. En la zafra 2015/2016 molió 481.115 toneladas en los últimos 94 días, no perdió diámetro y se aplicaron 15 kilos de soldadura en el chapisco. En la figura # 6 se observa el estado de la maza.

CONCLUSIONES

1. En las mazas para molinos el hierro dúctil tiene mejores propiedades mecánicas que el hierro gris laminar pero la elongación debe ser controlada para obtener un balance entre la resistencia y la ductilidad, los dientes no deben romperse fácilmente pero es deseable que se fracturen ante la presencia de solidos muy grandes.
2. La mayor resistencia del hierro dúctil permite aumentar la capacidad de drenaje de las mazas perforadas XM, se pueden instalar drenajes más amplios y más cantidad de boquillas. También permite implementar un rayado fino (ángulo bajo y paso corto) para aumentar el drenaje de jugo y mejorar la extracción del molino.
3. El hierro dúctil tiene una mejor soldabilidad y conserva por más tiempo el blindaje, los dientes de las mazas no se parten fácilmente ante la presencia de solidos durante la molienda, se logran importantes reducciones en los costos de mantenimiento al minimizar los consumos de soldadura tanto en operación como en la recuperación de las mazas para el siguiente periodo de molienda.
4. La conservación del diámetro exterior y la estabilidad del blindaje en los dientes de las mazas aseguran un correcto ajuste de los molinos para lograr la mayor eficiencia en la extracción de sacarosa, mantener el torque y conservar los buenos indicadores a medida que avanza la zafra.
5. La mayoría de los hierros dúctiles son más duros que los hierros laminares, esta cualidad sumada a la conservación del blindaje y a la escasa rotura de los dientes permite que las mazas resistan mejor el desgaste abrasivo durante la molienda. En consecuencia, se espera una mayor vida útil de las mazas en comparación con las tradicionales construidas en hierro gris laminar.

REFERENCIAS

1. Manual de normas técnicas, ASTM, 1999.
2. Rein P. (2012). Cane Sugar Engineering, Bartens.
3. International Sugar Journal, (March 2015). Reducing sugarcane juice reabsorption in sugar mills using mill rolls with internal drains, Londres, pp. 192-199.

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA PREPARAR FLOCULANTE, EN LA CLARIFICACIÓN DE LOS JUGOS DE CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF THE QUALITY OF THE WATER USED FOR THE FLOCCULANT DISSOLUTION IN THE CLARIFICATION PROCESS OF SUGAR CANE JUICES

Ramil Marlen, Ribas Mauricio, Monduí Rubén, Velázquez Daniel *
marlen.ramil@icidca.azcuba.cu; mauricio.ribas@icidca.azcuba.cu; ruben.mondui@icidca.azcuba.cu
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA
*Universidad de Cienfuegos

Resumen
El incremento de la calidad del azúcar crudo, es en la actualidad, un factor decisivo en el mercado mundial con una gran influencia en los precios y el acceso a estos mercados. Para este fin, se hace necesario un trabajo sistemático de investigación dirigido a estudiar los factores que influyen en la calidad y eficiencia del proceso y la introducción de tecnologías eficientes.
Los factores que más influyen en la clarificación del jugo de caña son: la estabilidad en el flujo de jugo alcalizado que entra al clarificador, el pH del jugo y su temperatura, la correcta operación del tanque flash y el tipo de floculante, sus dosis y calidad.
En el presente trabajo se evalúa la influencia de la calidad del agua utilizada para preparar un floculante, mediante un diseño factorial multinivel, con el objetivo de conocer si existe diferencias significativas entre el floculante preparado con dos calidades de agua diferentes. Como resultado se obtuvo que el floculante preparado con agua condensada, logra remover mejor la turbidez en el jugo con un 95 % de confianza.
Palabras claves: Floculantes, diseño de experimento, calidad del agua

Abstract
Currently, the increasing of the quality of the raw sugar, a decisive factor in the global market because its influence in the prices and the access to this markets. For this goal, it is necessary to make a systematic research work directed to study the factors that influence in the quality and process efficiency and the introduction of efficient technologies.
The factors that more influence in the clarification process of the sugar cane juice are the stability in the alkalinized juice that get in the clarifiers, the pH of the juice and it temperature, the correct operation of the flash tank and the flocculant type, its dosage and quality.
In the present work is evaluated the influence of the quality of the water used for the flocculant preparation through a factorial multilevel experimental design, with the objective to know if there are meaningful differences between the flocculant prepared with two waters of different qualities.
In the work, is obtained that the flocculant prepared with water of condensation remove better the turbidity in the sugar cane juice with 95 % of confidence.
Key words: Flocculant, experimental design, water quality

Introducción

La purificación de jugo de caña constituye una de las etapas que se prioriza en la implementación de nuevas tecnologías para el mejoramiento en el proceso de producción. Específicamente se ha mostrado especial interés en el área de clarificación donde son eliminadas todas las impurezas contenidas en el jugo que son susceptibles a la floculación por medios mecánicos y químicos, que implican el asentamiento y remoción por decantación de las mismas, para producir un jugo claro de buena calidad con la ayuda conjunta de la cal, el calor y la adición de floculante (Abdel, 2010).

La efectividad en el proceso de clarificación, favorece la filtrabilidad del jugo en la estación de los filtros, la cual influye en las pérdidas de sacarosa en la cachaza, al tiempo que interviene en la formación de incrustaciones en los evaporadores y en la composición de estas. Cualquier partícula en suspensión que permanezca en el jugo clarificado puede causar incrustaciones en el cristal de azúcar, de manera que el contenido de ceniza aumenta y el proceso de filtración se dificulta (Doherty, 1999).
Los clarificación de bajo tiempo de retención, necesitan del uso de floculantes para que el tiempo de clarificación del jugo sea el mínimo posible, con el objetivo de evitar la inversión de la sacarosa, manejar mayores volúmenes de jugo en un menor tiempo, y sobre todo obtener un jugo claro y brillante con la calidad requerida (Masih, 2013).
Los factores que más influyen en la eficiencia de la clarificación son la estabilidad en el flujo de jugo alcalizado que entra al clarificador, el ph del jugo y su temperatura, la correcta operación del tanque flash y el tipo de floculante, sus dosis y calidad.
Cuando se prepara un floculante, uno de los aspectos a tener en cuenta es la calidad del agua que se utiliza. Se plantea (Shephard, 1978), que el agua empleada para preparar los floculantes, debe ser limpia y de baja dureza, para evitar la reacción del calcio y el magnesio, presente en el agua, con el polímero y permitir que el polímero tenga su superficie suficientemente habilitada para permitir que el acercamiento electrostático entre su estructura negativa y las partículas de impureza positivas, sea posible. Cuando se emplea agua con una concentración iónica considerable, está proporcionando automáticamente al floculante los iones que se adsorberán a su superficie aniónica. Por lo tanto, es posible inferir que su capacidad de flocular disminuirá antes de entrar en contacto con el jugo encalado, debido a que sus fracciones cargadas de acrilato ya se encuentran ocupadas por cationes, lo que conlleva a que durante la floculación no se obtengan los resultados esperados y por tanto las impurezas persistan en el jugo claro.
En Cuba, no todos los ingenios prestan atención en el momento de preparar el floculante, especialmente el tipo de agua a emplear no es la adecuada, pues no emplean el agua condensada libre de dureza, sino agua corriente.
En este trabajo se evalúa, a través de un diseño factorial multinivel, si existen diferencias significativas entre la preparación de un floculante con dos calidades de agua diferentes: agua cruda y agua condensada y del tiempo de preparación del floculante, sobre la velocidad de sedimentación, porcentaje de compactación y porcentaje de turbidez.

Materiales y métodos
Se preparó un floculante con dos calidades de agua diferentes; agua condensada producida en el ingenio con una dureza total de 0 mg/l y agua cruda con una dureza total de 250 mg/l.
Con el objetivo de determinar el efecto de la calidad del agua para preparar el floculante, sobre un conjunto de variables de respuesta que miden la efectividad del floculante, se realizó un diseño factorial con diferentes números de niveles por cada factor.
Los factores considerados fueron: el floculante preparado con dos calidades del agua diferentes (nivel1: agua cruda, nivel 2: agua condensada) y el tiempo de estar preparado el floculante (1,2,3….12 horas).
Se construyó una matriz de diseño octogonal para estimar de forma independiente el efecto de cada uno de los factores y las interacciones entre ellos. Se realizaron las evaluaciones durante 9 días, en el período de zafra. En total se realizaron 216 corridas experimentales que consistieron en pruebas de sedimentación para evaluar la efectividad del floculante preparado con ambas calidades de agua (a concentración de 5 mg/L) sobre la velocidad de sedimentación, el porcentaje de compactación de lodos y el porcentaje de turbidez.

Resultados y discusión
Con el objetivo de identificar posibles diferencias significativas de las variables de respuesta con respecto al floculante preparado con agua cruda y con agua destilada, se realizó una prueba de hipótesis de análisis de varianza (ANOVA) para la velocidad de sedimentación, el porcentaje de compactación y el porcentaje de turbidez.

Los resultados de la tabla 1 indican, que el floculante preparado con dos calidades de agua diferentes y el tiempo de preparado el floculante, tienen efecto significativo sobre la velocidad de sedimentación, con un 95 % de confianza. Además en la figura 1 se muestra la interacción dada por estos dos factores, respecto a la velocidad de sedimentación del jugo y se aprecia que a partir de la hora 9 de preparación del floculante estas diferencias significativas se hace más marcadas.

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza para la velocidad de sedimentación.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Floculante	14.5756	1	14.5756	188.05	0.0000
B:Hora o corridas	16.7371	11	1.52155	19.63	0.0000
INTERACCIONES					
AB	5.06638	11	0.46058	5.94	0.0000
RESIDUOS	14.8816	192	0.0775086		
TOTAL (CORREGIDO)	51.2607	215			

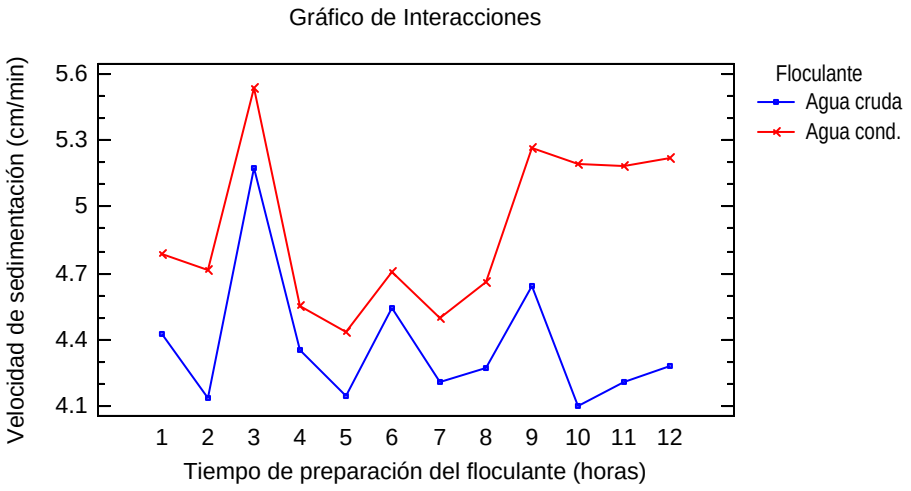


Figura1. Relación entre el floculante preparado con dos calidades de agua y el tiempo de preparación de los mismos.

En cuanto al porcentaje de compactación de los lodos (tabla 2), también se observan que existen diferencias significativas entre el floculante preparado con agua cruda y el preparado con agua condensada, con un 95 % de confianza. No se observa diferencias significativas en la interacción entre ellos.

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza para el % de compactación.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Floculante	230.227	1	230.227	64.54	0.0000

B:Hora o corridas	368.606	11	33.5097	9.39	0.0000
INTERACCIONES					
AB	22.6065	11	2.05513	0.58	0.8468
RESIDUOS	684.889	192	3.56713		
TOTAL (CORREGIDO)	1306.33	215			

En la tabla 3 se muestra, que también existen diferencias significativas, con un 95 % de confianza, del floculante preparado con dos calidades de agua diferentes y el tiempo de preparado el floculante, respecto a la variable turbidez del jugo clarificado. Además no se observa interacción entre ellos de forma significativa. En la figura 2 se observan los valores de turbidez promedios por día y se refleja en todas las corridas experimentales mejores valores de turbidez del floculante preparado con agua condensada, respecto al agua cruda.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza para el % de turbidez.

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Floculante	820.56	1	820.56	52.79	0.0000
B:Hora o corridas	572.681	11	52.0619	3.35	0.0003
INTERACCIONES					
AB	14.162	11	1.28746	0.08	1.0000
RESIDUOS	2984.22	192	15.5428		
TOTAL (CORREGIDO)	4391.63	215			

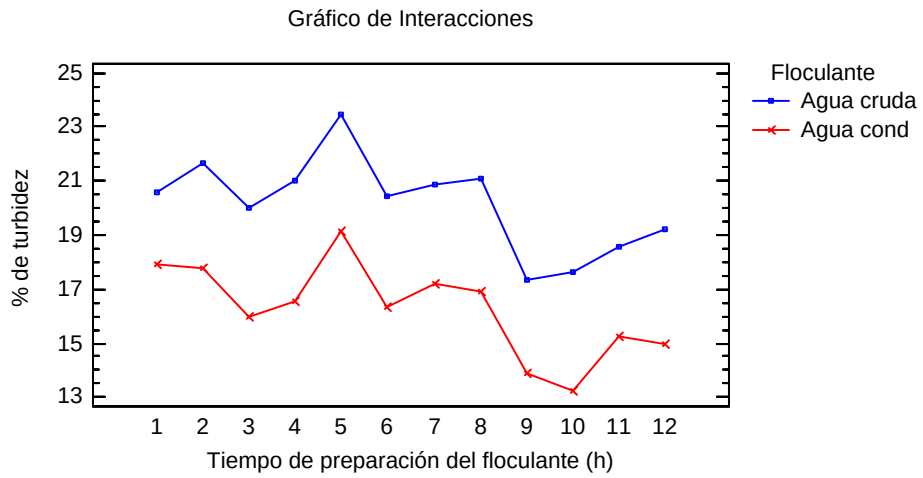


Figura 2. Valores de turbidez para el floculante preparado con las dos calidades de agua.

Conclusiones

1. Es de vital importancia que los ingenios preparen el floculante con agua condensada libre de sales de calcio y magnesio. Se muestra que existe diferencias significativas de la calidad del agua respecto a

la velocidad de sedimentación de los jugos, porcentaje de compactación de los lodos y porcentaje de turbidez del jugo clarificado.

2. Cuando se prepara el floculante con agua cruda, se refleja con un 95 % de confianza, que a partir de las 9 horas de preparado el floculante, la velocidad de sedimentación difiere aún más, respecto al floculante preparado con agua condensada.

Referencias

- Abdel, G.; Mohamed, I.; Babiker, E.;Yagoub, A.(2010). Int. J. Biol and Life Sci. 6, 88-91.
- Doherty, W. (1999). Proc, Aust. Soc. Sugar Cane Technol. 21, 381-388.
- Masih, A. (2013). Research Journal of Recent Sciences. 2, 48-52.

APLICACIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS PARA EL COMPLEMENTO DE OPERACIONES DE CLARIFICACIÓN DE MATERIALES DE PROCESO EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

APPLICATION OF CHEMICAL SPECIALTIES FOR THE COMPLEMENT OF CLARIFICATION OPERATIONS OF PROCESS MATERIALS IN THE SUGAR INDUSTRY

Silva, S*
PROTÉCNICA INGENIERÍA S.A. Yumbo, Colombia
* ssilva@protecnicaing.com

RESUMEN

Actualmente se trabaja en la optimización de procesos, siempre con el objetivo de obtener un producto terminado de la mejor calidad posible mediante el uso apropiado de materia prima. Mediante este trabajo, se pretende dar a conocer el uso de una especialidad química que contribuye a la mejora en operaciones de clarificación de diversos materiales de proceso. La especialidad química nominada como *Decolorante* nace a partir de la necesidad de apoyar las operaciones unitarias de clarificación y decoloración, su formulación se describe como una mezcla de coagulantes catiónicos capaz de trabajar en sinergia con los insumos que normalmente se aplican en el desarrollo de estas operaciones. Se analizó el impacto que tiene la aplicación mediante la medición de propiedades como color y turbidez en los diferentes materiales de proceso. En los resultados se mostrará la disminución de propiedades medidas, porcentajes de remoción y comportamientos generales de materiales de proceso. Los resultados obtenidos permitieron concluir sobre el uso de una especialidad para fortalecer y complementar las operaciones de clarificación a lo largo del proceso de elaboración de azúcar.
PALABRAS CLAVE: clarificación, decoloración, especialidad, color, turbidez.

ABSTRACT

Currently working on process optimization, always with the aim of obtaining a finished product of the best quality possible through the appropriate use of raw material. By means of this work, it is intended to make known the use of a chemical specialty that contributes to the improvement in clarification operations of various process materials. The chemical specialty name known as *decolorizing agent* is born from the need to support the unit operations of clarification and discoloration, its formulation is described as a mixture of cationic coagulants able to work in synergy with the products normally applied in the development of these operations. The impact of the application was analyzed by the measurement of properties such as color and turbidity in the different process materials. The results will show the decrease of measured properties, removal percentages and general behavior of process materials. The results obtained allowed to conclude on the use of a specialty to strengthen and complement the clarification operations throughout the process of sugar production.
KEY WORDS: clarification, discoloration, specialty, color, turbidity

INTRODUCCIÓN

La necesidad de tener un correcto desempeño en clarificación y decoloración de diversos materiales, exige generar especialidades químicas que complementen estas operaciones y que cumplan con los requerimientos actuales de proceso. Las condiciones y variabilidad de materia prima en la industria azucarera hacen que día a día se generen retos en producción para lograr obtener un producto terminado que cumpla con las especificaciones del mercado y de clientes que a través del tiempo aumentan sus exigencias en calidad, apoyados en certificaciones, políticas y normas de un mundo globalizado.

La apuesta sobre el uso de especialidades químicas durante el proceso de fabricación de azúcar obedece a lograr obtener un producto terminado apto para el mercado y los clientes anteriormente mencionados. Todas las operaciones unitarias que componen el proceso de fabricación de azúcar requieren de importancia y cuidado, especialmente las de clarificación de materiales, pues es en estas operaciones en donde la limpieza y el brillo obtenido en los materiales, tendrá una decisiva influencia en la obtención de cristales de sacarosa como objetivo final de la fábrica.

La correcta clarificación de materiales de proceso proporciona a las demás operaciones la capacidad de lograr un óptimo producto terminado; cuanto más se pueda remover en solidos suspendidos y en solidos solubles durante esta operación, las demás operaciones trabajaran consolidando un proceso con materiales de una calidad tal, que podrá lograrse la obtención de un producto bajo las condiciones deseadas.

Las especialidades químicas entran a jugar un papel importante en los factores esenciales para una buena clarificación (Ramos, 2009); en ocasiones donde se tienen unas condiciones críticas de materia prima, no es suficiente dejar la clarificación en manos de insumos como la cal, el ácido fosfórico y el floculante, aunque poseen una función determinante en esta etapa, pueden ser complementados por una especialidad química que colabore con la formación y agrupación de floculos para finalmente aprovechar una unidad física, en este caso el clarificador, para contribuir al mejoramiento de esta operación y tener una buena calidad en materiales clarificados.

Para el complemento de las operaciones mencionadas, se presenta el *Decolorante* como una especialidad química formulada a partir de una mezcla de coagulantes catiónicos, capaz de trabajar en sinergia con los insumos de normal aplicación en clarificación, generando el apoyo necesario para impactar las variables de proceso y finalmente contribuir a la obtención de un producto terminado bajo las especificaciones requeridas por cada fábrica de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la especialidad química *Decolorante,* fue llevada a cabo en materiales de proceso directamente de fábrica. El producto fue aplicado en las operaciones unitarias requeridas, para evaluar su desempeño de forma real y someterlo a todas las variables que influyen durante el proceso de elaboración de azúcar.

Los materiales en los cuales se aplicó la especialidad química fueron:

- Jugo Diluido (antes de sulfitación)
- Meladura sin tratar (antes de clarificación)
- Licor fundido (antes de clarificación)

El objetivo de utilizar estos tres materiales de proceso, fue mostrar el desempeño y la diversidad del producto en varias operaciones unitarias. Cabe mencionar que las tres evaluaciones pertenecen a diferentes fábricas de azúcar; esto se debe a que cada fábrica presenta un requerimiento particular.

Metodología de Evaluación:

1. Estudio de la necesidad de fábrica de azúcar: en esta etapa se realiza la presentación del producto y se estudia el requerimiento particular de la fábrica, es decir, la operación unitaria que desea complementar para definir el material al que será aplicado el *Decolorante.*
2. Registro de variables actuales: se realiza un registro de variables como molienda, color y turbidez del material, % de remoción, valores de pH, temperatura, revisión de equipos, estudio de otros insumos químicos aplicados. El objetivo de esta etapa es generar datos de un periodo en blanco, es decir un periodo sin aplicación de producto para lograr establecer una comparación apreciable en su desempeño.
3. Definición de variables de seguimiento: en esta etapa se establece las variables a seguir durante la aplicación. Normalmente pueden ser la mismas que se registraron en la etapa anterior para lograr establecer una comparación entre un periodo con y sin aplicación de *Decolorante.*

4. Definición de dosis y punto de aplicación: una vez se ha inspeccionado la operación actual y sus variables, se calcula la dosis con la cual se dará inicio al ensayo (basada en molienda y requerimientos de color y turbidez). Se define de igual forma, el punto de aplicación para que el producto tenga una adecuada mezcla y tiempo de reacción. Siempre se tiene en cuenta un punto de aplicación con un tiempo mayor a 20 o 30 minutos antes de la unidad física que permitirá finalizar el trabajo que ha desarrollado el *Decolorante*. (Clarificador, torre de sulfitacion, filtros, entre otros.)
5. Inicio de aplicación y seguimiento de variables: se da inicio a la aplicación y se monitorean las variables establecidas. La medición de estas variables, es apoyada en los análisis que diariamente se realizan en fábrica, donde los análisis de color, turbidez, pH para diferentes materiales, se realizan de forma periódica como monitoreo estándar de su proceso. De acuerdo al comportamiento de estas variables, se toman decisiones sobre dosificación y punto de aplicación.
6. Presentación de resultados: se realiza un informe de los resultados obtenidos durante la evaluación del producto con el fin de presentar sus beneficios y lograr la consolidación de la aplicación en planta.
Métodos:

- NTC 5969 – AZUCAR. Determinación del color y turbiedad de una solución de azúcar.
  Norma Técnica Colombiana – Icontec Internacional
- Método GS1/3-7 – ICUMSA. Libro de Métodos.

Mediante estos métodos establecidos en las fábricas de azúcar, se obtienen los valores de las variables de seguimiento que permiten el monitoreo constante de la evaluación. Diariamente se registran estas variables para observar el comportamiento de la especialidad química y tomar decisiones sobre su aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostrados a continuación, pretender dar a conocer la versatilidad del producto mediante la aplicación en varios materiales de proceso:

1. Aplicación en jugo diluido (antes de sulfitación)

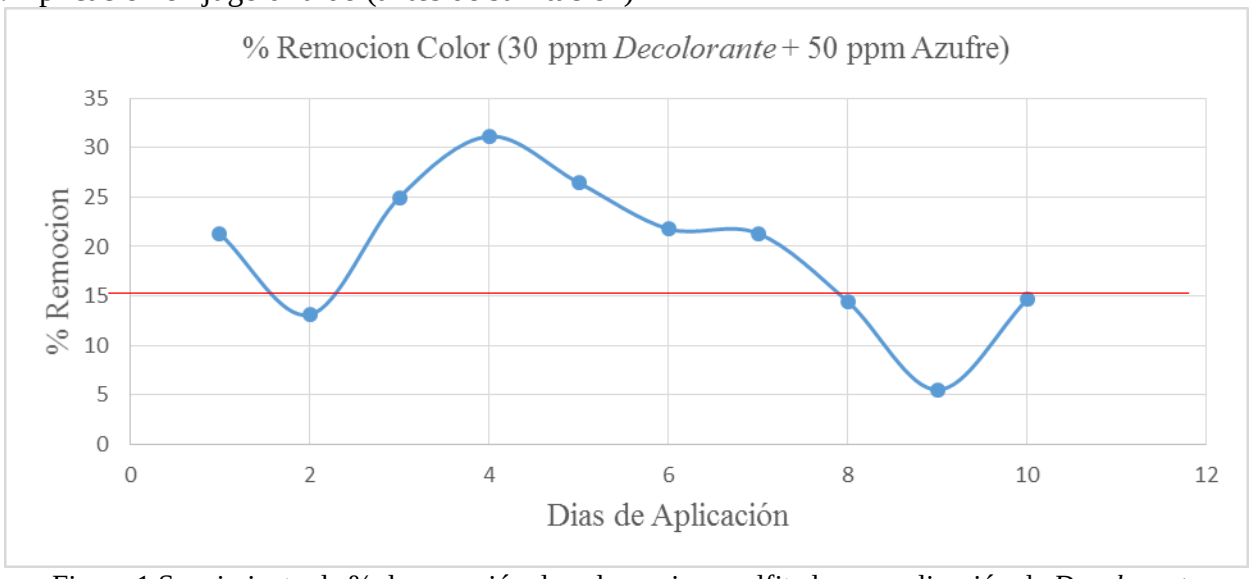


Figura 1.Seguimiento de % de remoción de color en jugo sulfitado con aplicación de *Decolorante*

Para esta aplicación, el producto *Decolorante* fue adicionado en jugo diluido antes de ser sulfitado, esto con el fin de dar complemento a esta operación, es decir, aprovechar la absorción (Ramos, 2009) que se lleva a cabo en la torre de sulfitacion para generar la mayor remoción posible de color que es el objetivo principal.

2. Aplicación en meladura sin tratar (antes de clarificación)

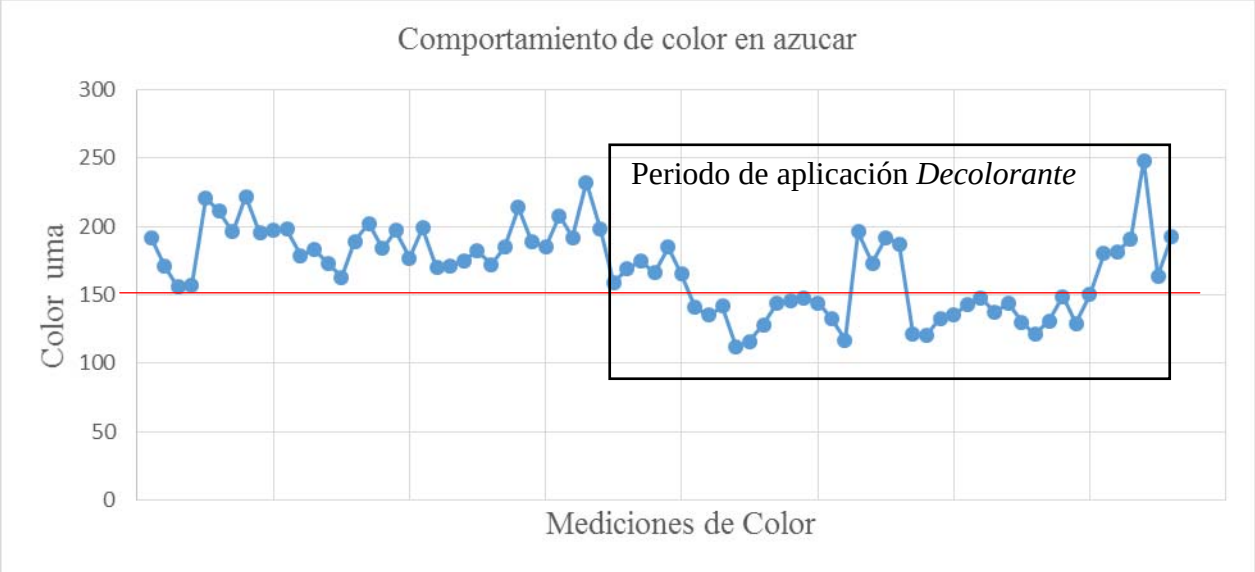


Figura 2. Comportamiento color producto terminado-aplicación *Decolorante* en meladura.

Para esta aplicación, el producto fue adicionado en la meladura sin tratar, es decir antes de iniciar clarificación. La variable de seguimiento fue el color en producto terminado debido a la necesidad particular de obtener azúcar con color por debajo de 150 uma.

3. Aplicación en licor (antes de clarificación)

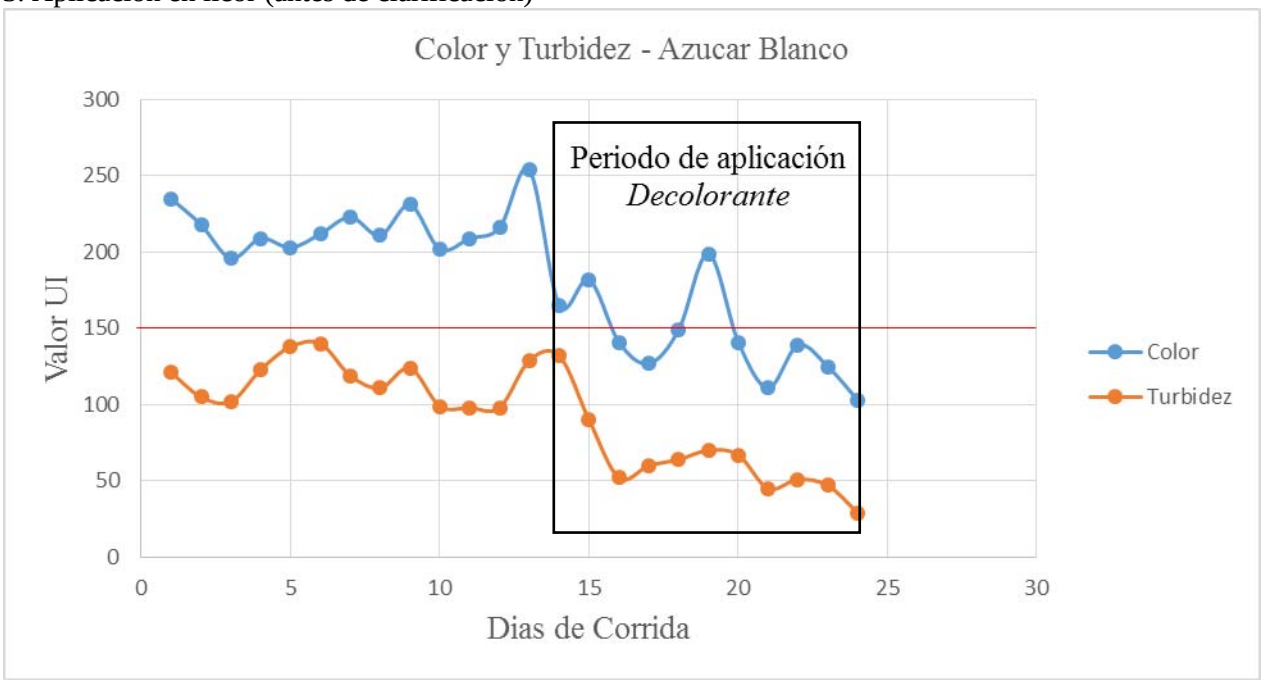


Figura3. Comportamiento de color y turbidez – producto terminado – aplicación *Decolorante* en licor fundido, antes de clarificación.

El *Decolorante* fue aplicado en licor fundido con el fin de aprovechar la unidad de clarificación para disminuir los valores de color y turbidez, de esta forma se obtienen mayor número de producción de azúcar con colores por debajo de 150 UI, siendo uno de los objetivos principales de esta operación.

Durante el seguimiento de la aplicación en jugo, se tuvo un promedio en remoción de color de 19% mayor al que normalmente se espera en una sulfitacion tradicional (15%). Para esta aplicación se logró un complemento con la sulfitacion para lograr dar inicio a la disminución del uso de azufre mineral sometido a combustión.
En la figura 2. de todas las mediciones de color registradas, el 34% corresponden a colores por debajo de 150 uma y todas se obtienen durante el periodo de aplicación del *Decolorante.*
Para la aplicación en licores (figura 3), la evaluación del *Decolorante* se realizó durante 11 días. En el transcurso de este tiempo, el 72% de las mediciones de color del azúcar dieron por debajo de 150 UI y el 90% de las mediciones de turbidez dieron por debajo de 100 UI.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de especialidades químicas en clarificación de materiales de proceso, contribuye al mejoramiento de variables con el fin obtener mejor calidad tanto en materiales intermedios de proceso como producto terminado.
2. El producto *Decolorante,* se presenta como una opción en especialidades químicas que puede aportar mejoras a la operación unitaria donde sea aplicado, trabajando en sinergia con los demás insumos que se adicionan en cada etapa.
3. El producto *Decolorante* puede adaptarse a los requerimientos y necesidades particulares de las fábricas de azúcar; mediante un adecuado seguimiento puede determinarse el impacto que genera en cada aplicación.
4. Para los tres materiales de proceso evaluados se observó una mejora en el desarrollo de las operaciones de clarificación y decoloración, demostrando el desempeño del *Decolorante* en el aumento de porcentajes de remoción y disminución de variables medidas para orientar la calidad de materiales obtenidos y de producto terminado.

REFERENCIAS

RAMOS, A. 2009. Procesos de elaboración del azúcar y etanol de la caña. 2 Ed. Editorial Universidad del Valle. 461 p.

ICONTEC Internacional, 2014. NTC 5969. Determinación de color y turbiedad de una solución de azúcar. Consultado 20 de julio 2014. Disponible en http://tienda.icontec.org/index.php/ntc-5969-azucar-determinacion-del-color-y-turbiedad-de-una-solucion-de-azucar.html

ICUMSA.2007 Libro de Métodos. Editorial Bartens.

FACTORES EN LA CLARIFICACION QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL JUGO PARA LA OPERACION MAS ESTABLE DEL EVAPORADOR
ASPECTS OF THE CLARIFICATION THAT AFFECT THE QUALITY OF THE JUICE FOR MORE STABLE OPERATION OF THE EVAPORATOR

Ing. Manuel Peláez Rodríguez, Dr. Nils Retzmann, Ing. José Alvarez Herrera

KELLER & BOHACEK
pelae03z@gmail.com, nretsmann@kebo.de, alvarez.joseramon@yahoo.es

RESUMEN
En las incrustaciones de los primeros efectos se identifican como componentes principales: carbonato de calcio, sustancias orgánicas y fosfato de calcio, predominando este último, en valores que se corresponden en la mayoría de los casos con la dureza del jugo clarificado. Los clarificadores de bajo tiempo de residencia requieren de tecnología y operación más rigurosa para evitar que factores adversos afecten la calidad del jugo clarificado y la operación más extensa y estable del evaporador. Aunque control de pH, temperatura, contenido de fosfato en jugo, características y técnicas de preparación y dosificación del floculante son relevantes, la presencia excesiva de bagacillo y de burbujas de aire ocluidas en el jugo facilitan arrastres de bagacillo muy fino y de micropartículas de fosfato de calcio, las cuales por su tamaño molecular no son retenidas en la fase de colado del jugo, aumentan la dureza cálcica del mismo y se depositan posteriormente en los primeros efectos reduciendo el tiempo de operación y la eficiencia del evaporador.
PALABRAS CLAVE: Jugo clarificado, fosfato de calcio, bagacillo, micropartículas.

ABSTRACT
Several analysis of first effects scaling show as main components calcium carbonate, organic substances and calcium phosphate. Calcium phosphate is the predominant substance which have correlation with the values of clarified juice hardness. Design characteristics of low retention time clarifiers require technologies and rigorous operation to avoid that negative factors have a detrimental effect on the quality of clarified juice. The pH control, temperature, phosphate content of the juice, characteristics, preparation and dosification of the flocculant are important, nevertheless excess of tiny particles of bagacillo and of bubbles of air in the juice provide a dragging up effect of calcium phosphate microparticles already formed, which are of such a molecular size that are not catched by the juice siever and later on precipitate as scaling in the first effects decreasing working cycle and efficiency of the evaporator.
KEY WORDS: Clarified juice, calcium phosphate, bagacillo, microparticles.

INTRODUCCIÓN
Las tecnologías desarrolladas para la preparación y molida de la caña, con el objetivo de aumentar la capacidad en molinos y disminuir la pol en bagazo, han tenido como influencia negativa el aumento de partículas muy finas de bagacillo en jugo mezclado, que pasan a través de la abertura entre barras de los coladores rotatorios que son los mayormente utilizados. Constituyen una carga muy grande de partículas pequeñas de muy baja densidad cuya disminución sólo es posible con tratamientos de separación mecánica superiores para facilitar que las remanentes sean ocluidas (atrapadas) por los flóculos formados de fosfato de calcio + floculante y arrastradas hacia el fondo del clarificador, siempre que factores adversos como las burbujas de aire ocluido en el jugo, la velocidad de sedimentación, la carga iónica, preparación y dosificación del floculante no actúen contrariamente y provoquen su ascenso conjuntamente con la corriente de jugo claro.
En la primera fase de la floculación el fosfato presente en el jugo reacciona con el ión Ca^{+2} aportado por la solución de cal sea ésta en forma de lechada o sacarato, en un pH alcalino, para producir el fosfato de calcio.

El fosfato inorgánico reacciona con el ión Ca^{+2} y una concentración de 360 ppm (fosfato en jugo) es suficiente para una buena floculación. En defecto se administra artificialmente y existen prácticas de administrarlo en exceso para reducir el color del jugo clarificado. Sin embargo, aumentan los volúmenes de flóculos y de sedimento, además del calcio residual en el jugo clarificado. Fosfato de calcio se forma nuevamente por la reacción del calcio residual y los iones fosfato. Alcanzado el valor del producto de solubilidad se deposita sobre las paredes de los tubos de los primeros efectos aumentando las incrustaciones.
Completada la floculación primaria, reacción del ión calcio con los fosfatos del jugo para la formación del fosfato de calcio (de carga positiva en solución), tiene lugar la floculación secundaria con el floculante (de carga negativa o aniónica). Los voluminosos flóculos deben atrapar las impurezas del jugo para su decantación, de lo contrario estas son arrastradas por el jugo aumentando su turbidez.
Los clarificadores de bajo tiempo de residencia a diferencia de los tradicionales de múltiples bandejas y mayor tiempo de residencia requieren de tecnología y operación mas rigurosa. Su alimentación por el tercio inferior no admite burbujas de aire ocluidas en el jugo, las cuales durante su ascenso adhieren otras impurezas como bagacillo fino y micropartículas del fosfato de calcio formado.

MATERIALES Y METODOS

Incrustaciones en primeros efectos y dureza del jugo clarificado en varios países (Mex/Uruguay/Panama/Salvador/Costa Rica/Viet Nam/Indonesia):

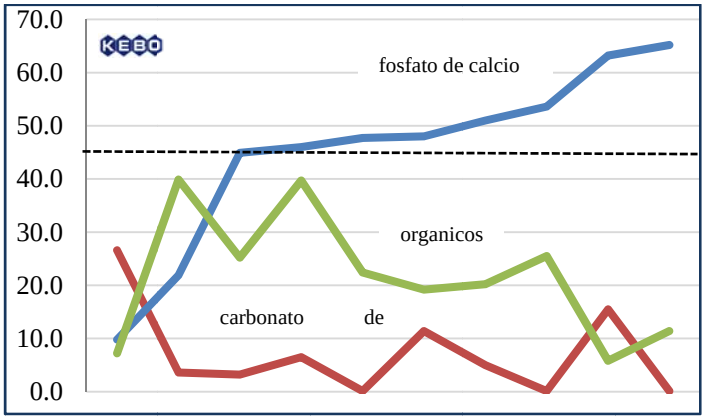


Fig 1
% de incrustación
en primeros efectos

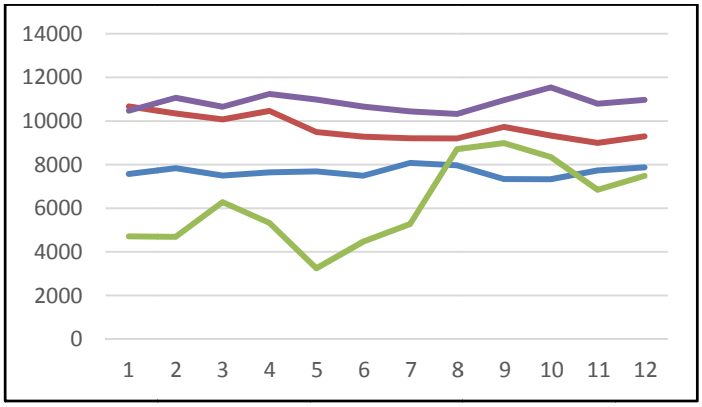
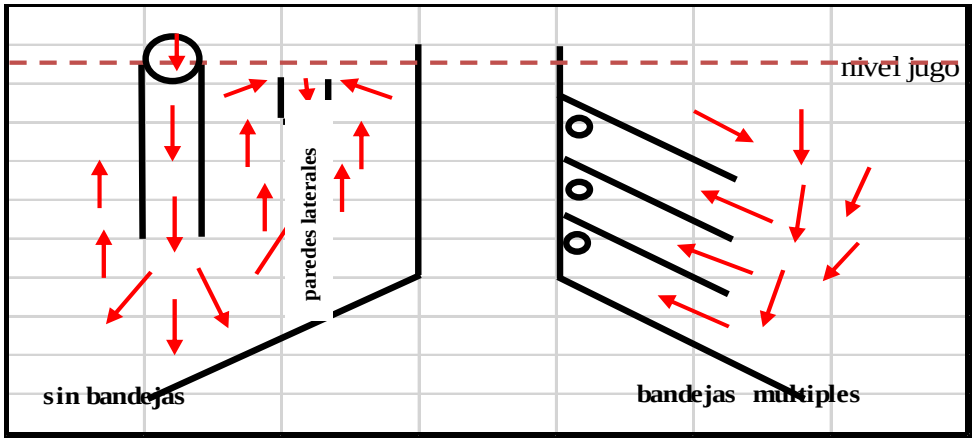


Fig 2
Dureza del Jugo Claro (ppm % Brix)

El contenido de fosfato de calcio es muy variable y generalmente se relaciona con la dureza del jugo clarificado. El valor medio del 45 % corresponde a durezas promedio entre 8000 y 10000 ppm % brix.

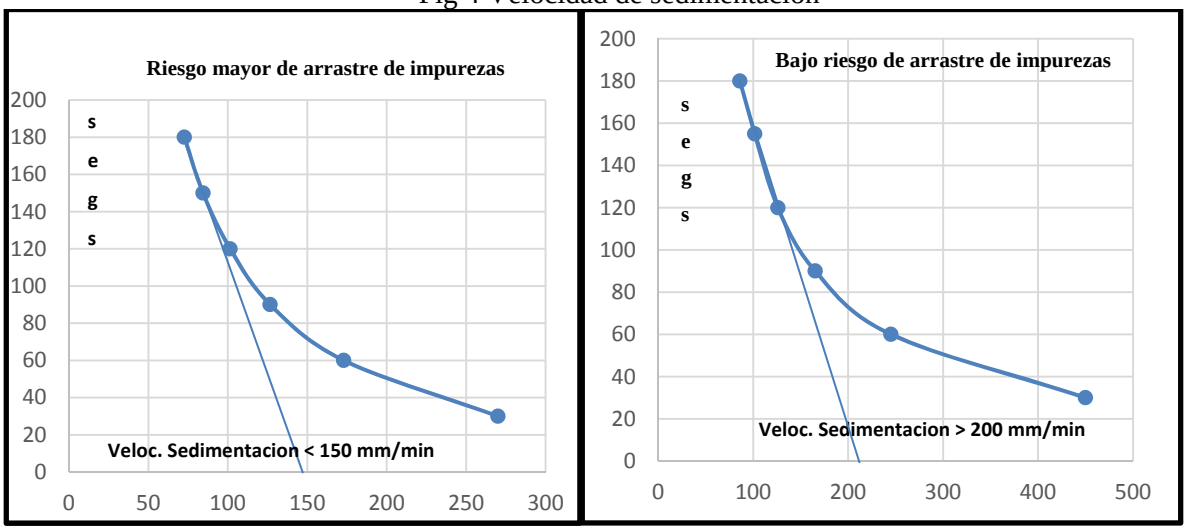
Fig 3
Circulación
del Jugo en los
clarificadores



La alimentación del jugo en el tercio inferior de la altura en los clarificadores sin bandejas requiere otras exigencias en las propiedades del jugo que se alimenta y en los elementos coadyuvantes de la decantación, lo cual no es tan riguroso en los clarificadores con bandejas múltiples.
Las micropartículas de fosfato de calcio pueden ser arrastradas con la corriente ascendente de jugo por factores tales como: aire ocluido en el jugo y baja velocidad de sedimentación.
Las burbujas de aire adheridas a las partículas de bagacillo y las ocluidas en el jugo ascienden hacia la superficie arrastrando las micropartículas de fosfato de calcio las cuales incrustan posteriormente los tubos de los primeros efectos.
El diseño del tanque flash en los sin bandejas (Sugar Research Institute, Queensland, Australia), trabaja parcialmente inundado a 1/3 de su altura y su diámetro calculado para facilitar la salida de aire ocluido considerando que la velocidad de salida de la burbuja de aire (610 mm/min) sea superior a la velocidad vertical del jugo.
Siendo V (velocidad vertical del jugo alimentado), Q (caudal de jugo alimentado), D (diámetro del tanque flash) y v (velocidad de escape de la microburbuja):

$$V = 1{,}273 * Q / D^2 \quad \textbf{(V debe ser < que v)}$$

Fig 4 Velocidad de sedimentación



Los clarificadores sin bandejas requieren para su óptimo funcionamiento que la velocidad inicial de sedimentación sea como mínimo de 200 mm/min.

TURBIDEZ Y CARGA IONICA DEL FLOCULANTE

La atracción iónica entre la carga positiva del fosfato de calcio y el floculante aniónico dan lugar a la fase secundaria de la floculación.

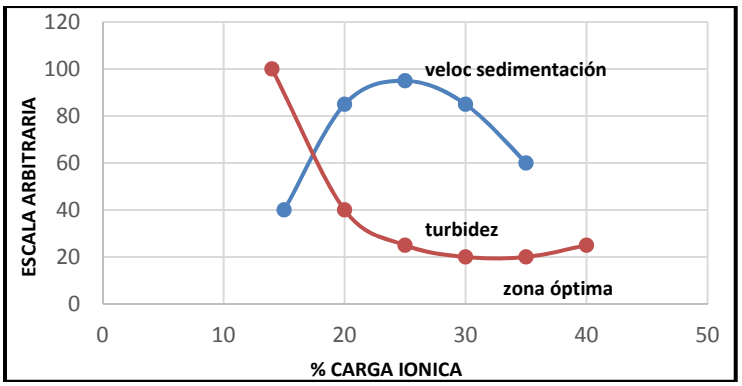


Fig 5 Características del floculante

Lograda la velocidad máxima de sedimentación se puede alcanzar baja turbidez utilizando un floculante de hidrólisis adecuada, cuyo valor de carga aniónica debe estar por encima del 30 %.

RESULTADOS Y DISCUSION

Exceso de bagacillo fino, burbujas de aire y baja velocidad de sedimentación por aplicación de floculantes de baja carga, dan como resultado arrastre de micropartículas no visibles de fosfato de calcio que se depositan como incrustación en los primeros efectos.

CONCLUSIONES

El fosfato de calcio es el componente predominante en las incrustaciones de primeros efectos y muy variable en Ingenios de diferentes países. Se corresponden los valores de fosfato de calcio y dureza cálcica del jugo.

Las tecnologías de preparación y molida de la caña aumentan el bagacillo en jugo mezclado, difícilmente eliminado por el sistema de colado en una sola etapa, por lo cual partículas de muy baja densidad llegan al clarificador y disminuyen su efectividad.

El exceso de fosfórico adicional al jugo, la preparación inadecuada del floculante, la presencia de aire ocluido, la velocidad de sedimentación por debajo de 200 mm/minuto, la utilización de floculantes de carga aniónica baja, determinan arrastres de micropartículas de fosfato de calcio que aceleran la deposición de incrustaciones.

La formación de flóculos voluminosos (fosfato de calcio + floculante) constituyen el mecanismo más importante para la sedimentación de las impurezas presentes en el jugo.

Los jugos clarificados de calidad óptima y tratados con antiincrustante de alta efectividad permiten lograr resultados extraordinariamente satisfactorios en la operación de los evaporadores. Se han confirmado las siguientes alternativas:

Duplicar los ciclos de operación actuales y realizar la limpieza química tradicional con sosa y ácido (Uruguay) o sólo con sosa y después limpieza mecánica (México, Costa Rica).

Extender prudencialmente los ciclos de operación actuales, no realizar limpieza química y realizar sólo limpieza mecánica (México).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baier H., Praus H.J., 2003, Scales in evaporators, Internat. Sugar J. 105, 35-40.

Rod Steindl, SRI, Marcelo Fernandez, Four Team Eng, Dic. 2004. Presentación Clarificación,

Schneider, F. (ed) 1968. Technologie des Zuckers. p. 725. Hannover, Alemania.

Großmann D., Pelaez M., Composicion, Remocion y Prevencion de Incrustaciones, http://www.aeta.org.ec/2do%20congreso%20cana/art_fabrica/Grobman%20y%20Pelaez.%20Remocion%20de%20incrustaciones.pdf (11.5.2015).

CARACTERIZACIÓN DE MIELES FINALES CUBANAS Y SU RELACIÓN CON EL AGOTAMIENTO

CHARACTERIZATION OF CUBAN FINAL MOLASSES AND ITS RELATION WITH EXHAUSTION

Consuegra R, Alfonso M.
Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar
e-mail: rconsuegra123@gmail.com

RESUMEN

Sobre la base del análisis realizado por el laboratorio acreditado del ICIDCA de siglas LEYCAL a muestras acumuladas de miel final de un grupo apreciable de centrales azucareros cubanos, se definieron aspectos relacionados con el agotamiento de las mieles. Entre los mismos se encuentran el inconveniente del uso de pol y brix areométrico en lugar de sacarosa y brix refractométrico, la importancia de preservar los reductores en la clarificación de los jugos y las reservas potenciales de agotamiento atendiendo a la diferencia de la pureza de la miel respecto a la pureza meta.
Palabras clave: Miel final, pureza meta, agotamiento

SUMMARY

Aspects related with final molasses exhaustion were defined according to molasses samples analyzed by LEYCAL, lab of ICIDCA. It was précised that using pol and hydrometer brix instead sucrose and refractometric brix is not convenient. It is also defined the importance of reducing sugars preservation in the clarification station and the potential exhaustion reserve associated to molasses purity - target purity difference.
Key words: Final molasses, target purity, exhaustion

INTRODUCCIÓN

Un grupo apreciable de centrales azucareros cubanos tributan miel final al laboratorio acreditado del ICIDCA que tiene a LEYCAL como siglas. Las muestras responden a acumulados de 21 días (durante toda la zafra) derivados del aporte diario al cúmulo total, lo que garantiza representatividad de lo acontecido en las fábricas.

El presente documento contiene el análisis de buena parte de los resultados aportados por LEYCAL acerca de la caracterización de las mieles y su relación con la recuperación de azúcar en el proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizan mieles de varios centrales, 41 del 2014, 40 del 2015 y 16 del 2016. El total de muestras es 198. Todos las técnicas analíticas utilizadas están contenidas en el MACU (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I constituye el punto de partida para parte importante del análisis.

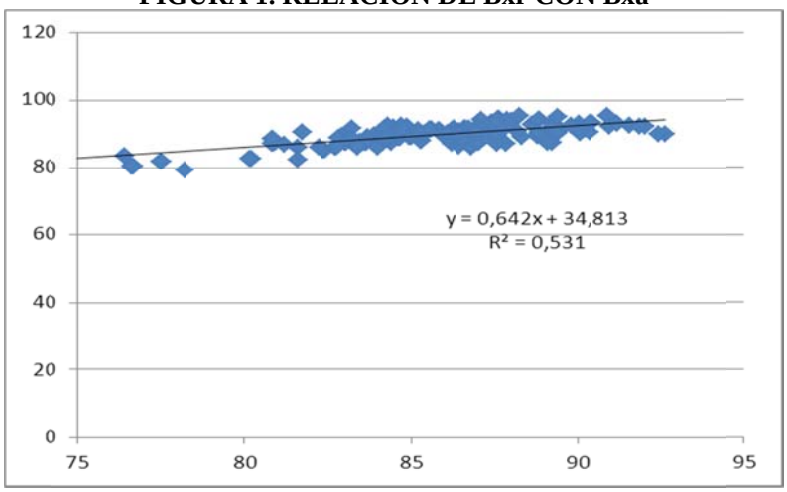
TABLA I. CARACTERIZACIÓN DE MIELES FINALES CUBANAS

Variable	Sigla	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo	Desviación típica
Sacarosa (%)	Sac	38,63	46,66	31,03	±2,93
Pol (%)	Pol	35,92	42,99	25,63	±3,15
Pol/Sacarosa	Pol/Sac	0,93	1,07	0,79	±0,05
Bx areométrico (%)	Bxa	89,86	95,6	79,28	±2,96
Bx refractométrico (%)	Bxr	85,85	92,64	76,40	±3,06
Pureza aparente (%)	Pa	40,21	47,87	31,25	±3,30
Pureza real (%)	Pr	45,10	54,68	36,51	±3,46
Reductores (%)	R	17,67	25,42	11,36	±2,76
Cenizas (%)	C	10,67	16,88	4,91	±1,63
R/C	R/C	1,67	3,13	0,81	±0,44
Pureza Meta	PM	38,65	44,70	33,21	±2,15
Diferencia entre Pureza meta y real	DPM	6,45	15,19	0,87	±3,34

Acerca de la razón Pol/Sac: La pureza de la miel final está muy relacionada con las pérdidas de azúcar en el proceso y es criterio de eficiencia. Cuando se trata de pureza aparente se usa la Pol como medida de la sacarosa contenida en la miel. La relación Pol/Sac promedio igual a 0,93 indica que el común uso de pureza aparente en los ingenios se sustenta en un valor de "sacarosa" 7 % menor que el real. El caso se agudiza aún más en la medida en que disminuye la razón Pol/Sac como ocurre en algunos centrales de las provincias orientales que reportan valores iguales al mínimo de 0,79. Ante esta situación, lo que se trata como supuesta sacarosa es un 21 % menor que la real. El cuadro precedente puntualiza que es incorrecto comparar el desempeño de centrales haciendo uso de la pureza aparente. Por otra parte, en el caso de un mismo central es conveniente seguir de cerca el curso de la relación Pol/Sac.

Acerca de Bxa vs Bxr: Generalmente, la medición de Bxa sobrestima considerablemente el contenido de sólidos y sus valores son superiores a los que se corresponden con Bxr. Los resultados reflejados en la Tabla 1 corroboran lo anterior. En la situación evaluada el valor promedio de Bxr es cerca de 4 unidades de por ciento superior que Bxa y esto tiene una repercusión notable cuando se analiza el proceso. Por ejemplo, para Bxr promedio igual a 85,85 y sacarosa real de 38,13 (promedio del total de muestras), el valor de pureza de la miel final correspondiente es 44,41 mientras que para el Bxa de 89,86 es 42,43, un valor 5 % menor. Pudiera procurarse una expresión matemática que prediga Bxr a partir de Bxa, sin embargo, el tratamiento de la data reflejado en la figura 1, si bien permite visualizar la tendencia de que una variable aumenta al incrementarse la otra y viceversa, arroja un coeficiente de determinación (R^2=0,53) que declara alta dispersión de los resultados y que, por ende, no indica que el uso del modelo de lugar a resultados con adecuada exactitud a los efectos de sustituir un procedimiento analítico.

FIGURA 1. RELACIÓN DE Bxr CON Bxa



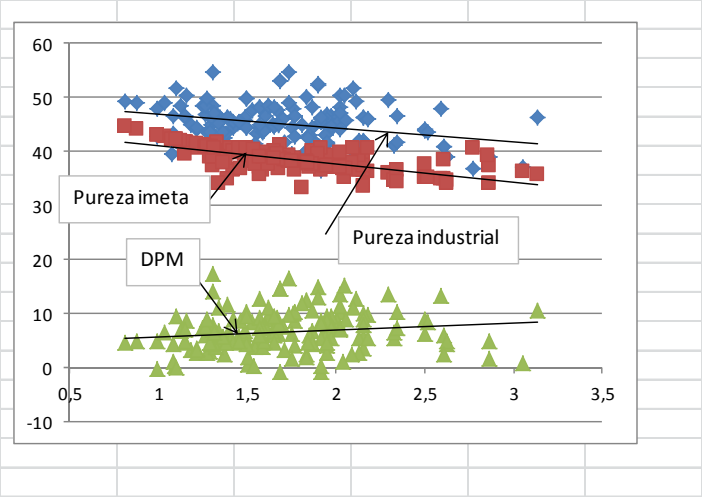
Resumiendo, en la medida en que se desee acercarse más a la realidad del proceso habrá que incorporar el Bxr.

Acerca de Pol, Sac, Bxr y Bxa: Todas las variables están asociadas a alguna de las variantes de pureza de la miel final (aparente y real). Tomando como referencia el uso de sacarosa real igual a 37,11 y Bxr igual a 85,96 la pureza resultante es 43,16. Por su parte, el valor de Pol es 35,34 (Sac*Pol/Sac) lo que, para un Bxa de 89,86, da lugar a una pureza de 39,32 que resulta cerca de un 9 % menor que la referencia.
La marcada diferencia derivada del uso de Pol y Bxa respecto a lo real indica que lo aparente debe ser obviado si se realiza cualquier análisis con determinado nivel de profundidad.

Acerca de la pureza meta: Es conocimiento establecido que la pureza meta (PM) es función de la razón reductores/cenizas (R/C). La literatura expone que las expresiones matemáticas dependen fundamentalmente de las técnicas analíticas que se usan. Atendiendo a esto se sugirió (2), para el caso cubano, el uso de la fórmula:
PM = 39,94 – 19,6 log R/C.
Tomando en consideración que en la práctica industrial se incrementa la pureza de la miel final en las centrífugas en unas 3 unidades de % se establece que:
PM = (39,94 – 19,6 log R/C) + 3.
Mientras mayor es R mayor es el agotamiento de la miel a lo que corresponde un menor valor de PM. Por su parte, a mayor C menor agotamiento y mayor PM.
Considerando un valor de R/C promedio igual a 1,67 la PM correspondiente es 35,57, sin embargo, variando el valor de R/C en una vez la desviación típica en sentido creciente (0,44), el valor es 33,58, 2 unidades de por ciento menor. El sencillo cuadro comparativo anterior es indicador de la importancia de la preservación de reductores y remoción de cenizas en el proceso industrial.

Acerca de la diferencia respecto a la pureza meta: Al ser la pureza meta la mínima lograble, en la medida en que el valor real se aleje del valor meta menor será el agotamiento de miel alcanzado o, dicho de otra manera, menor es la recuperación de azúcar en el proceso. La figura 2 contiene la información acerca del comportamiento de la pureza de la miel industrial, la pureza meta y la diferencia entre ambas (DPM).

FIGURA 2. PUREZA INDUSTRIAL Y SU DIFERENCIA RESPECTO A LA META



Puede apreciarse que la mayoría de los valores de pureza no alcanza la meta, lo que es reflejo de que puede mejorarse el desempeño del proceso. Llama también la atención el incremento de DPM en la medida en que aumenta R/C, lo que pudiera estar asociado con insuficiencias en la etapa de cristalización por enfriamiento de las masa cocidas C. Por último se manifiesta tendencia a que los valores de pureza industrial decrezcan con el aumento de R/C, lo que se explica ya que al aumentar R/C disminuye la solubilidad de la sacarosa en la solución impura dando lugar a que, para un valor de sobresaturación dado, se requiera menor brix que significa menor viscosidad e incremento de la velocidad de cristalización.

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis de mieles de centrales cubanos por parte de LEYCAL indican que no es conveniente el uso de la pureza aparente de la miel final para comparar el desempeño de centrales. También hay que usarlo con cautela en el caso de un mismo central. Por otra parte, a medición del brix de las mieles con areómetro sobrestima en demasía el contenido de sólidos disueltos. Las diferencias respecto al brix determinado con los mayormente extendidos refractómetros son apreciables.
- La alta sensibilidad de la pureza meta respecto a la razón reductores/cenizas destaca la importancia de preservar el contenido de reductores contenidos en el jugo y de procurar una alta remoción de cenizas en el proceso.
- La comparación de la pureza real de las mieles con la pureza meta indica que hay importantes reservas para mejorar el agotamiento de mieles. Entre ellas se encuentra la habilitación y normalización de la cristalización por enfriamiento en los ingenios.

REFERENCIAS

1. Sanfiel. F; Fernández. F. (2006) Métodos Analíticos para Azúcar Crudo. Publicaciones Azucareras. Ciudad de La Habana. Cuba. 209 páginas.
2. Consuegra R; Alfonso. M. (2015). RPC meta para la evaluación del desempeño de centrales azucareros Revista ATAC. Volumen 76. No 1. Páginas 9 - 13.

SISTEMA DE SEPARACIÓN DE NO AZÚCARES EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

SYSTEM FOR NON-SUGARS SEPARATION IN SUGAR INDUSTRY

Jorge Guevara Rodríguez
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
laboratorio@icidca.vc.azcuba.cu

Resumen

La eliminación química de los no azúcares presentes en el jugo mezclado en las fábricas de crudo y en los licores disueltos de las refinerías se realiza a través del proceso cal–calor–cal, en el que la adición del hidrato de cal combinado con procesos de calentamiento tiene un papel protagónico debido a lo especifico de la reacción de formación de los flóculos de fosfatos tricálcicos para lograr la mayor remoción de las impurezas y de color.
Este trabajo está motivado por la gran cantidad de no azúcares que se introducen al proceso por la vía de la lechada de cal, una de las causas que provocan pérdidas al proceso y a la calidad del producto.
Se realiza el cálculo, diseño y construcción de un sistema de hidrociclones que permite lograr una separación sólido-líquido con una alta eficiencia, reduciendo los no azúcares inorgánicos en la lechada de cal, los más perjudiciales para el comportamiento eficiente del proceso.[1,2,3] El sistema trabaja con una alta eficiencia, eliminando el 100% de la arena presente en la lechada mejorando su calidad, se eliminan las tupiciones y se logra una alcalización más eficiente con menos consumo.[1] El sistema muestra una alta eficiencia de separación con un alto poder de separación entre 0.018 y 0.141kg/seg, con bajo consumo de potencia de 200 a 300 watts, un rechazo de 0.19 L/seg, y una relación de flujo de 5.87 a 8.61 % con una capacidad de 8 a 10 m3/hr.

Palabras claves: purificación, lechada de cal, hidrociclón, cenizas, alcalización.

Abstract

The chemical removal of non-sugars present in the mixed juice in raw sugar factories and dissolved liquors in refineries is carried out through the lime-heat-lime process, in which the addition of lime hydrate combined with heating processes has a leading role because of the specificity of the reaction of formation of the tricalcium phosphates flocculents to achieve greater removal of impurities and color.
This work is motivated by the large amount of non-sugars introduced to the process by the lime, one of the causes producing losses to the process and the quality of the product.
The calculation, design and construction of a hydrocyclones system that allows achieving a solid-liquid separation with high efficiency, reducing those inorganic sugars in the milk of lime, the most harmful for the efficient behavior of the process, are presented in this paper. The system works with a high efficiency, eliminating 100% of the sand present in the lime improving its quality, eliminating obstructions in the pipelines and achieving a more efficient alkalization with less consumption. The system shows high separation efficiency with a high separation power between 0.018 and 0.141kg/seg, with low consumption of power of 200 to 300 watts, a rejection of 0.19 L/seg, and a flow relationship of 5.87 to 8.61% with a capacity of 8 to 10 m3/hr.

Key words: purification, milk of lime, hydrocyclone, ashes, alkalization

INTRODUCCION

El proceso de separación de no azúcares en el área de purificación, tanto en el proceso de crudo como de refino, tiene una marcada influencia en la recuperación de la sacarosa, en la disminución de las pérdidas y en la calidad del azúcar producida; de ahí la importancia de reducir los mismos.
El hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) es químicamente inestable tanto en su forma sólida como en las

suspensiones pues en presencia del CO_2 del aire tiene lugar una reacción regresiva al carbono que lo originó. Este proceso conocido como re carbonatación es la principal causa de la reducción del contenido del óxido de calcio aprovechable durante su almacenamiento y manipulación en tal magnitud, entiéndase pérdidas de su calidad, que pudiera llevarnos a considerar desechar importantes cantidades del producto. El hidrato de cal es escasamente soluble en agua a 0°C, considerado en términos prácticos como insoluble y se reduce aún más a medida que la temperatura se incrementa.[1] A la lechada de cal hay que prestarle gran atención en su preparación por varias razones ya conocidas. Su tiempo de maduración mínimo antes de ser dosificada al proceso debe ser de no menos de 24 horas y el óptimo de 40 horas.[1] Hoy en día la industria azucarera cubana reporta altos insumos de cal en la alcalización de los jugos, incrementando las pérdidas en la eficiencia industrial a causa del bajo contenido en el óxido de calcio y alto % de impurezas en no azúcares inorgánicos presentes en la lechada de cal.

Son muchos los factores que contribuyen a la formación de miel en una fábrica de azúcar, pero la cal es el agente que debemos vigilar en primer lugar, ya que su influencia en el proceso es bien marcada. Así pues, una alcalización racional y cal de buena calidad evitan grandes pérdidas en la industria azucarera y es ahí, precisamente donde debe estar puesta toda la atención de un fabricante.

MATERIALES Y METODOS

Previamente se realizó el cálculo y diseño del hidrociclón.[3] El equipo se construyó de acero al carbono resistente a altos valores de pH en un taller de la empresa ZETI; pero podría hacerse en el del ingenio; su alta eficiencia depende de la calidad y terminación de su maquinado. Tiene una altura de sólo 40 cm y un diámetro máximo de 85 cm.

Este equipo utiliza la fuerza centrífuga para la separación de los sólidos en suspensión, mediante un sistema de bombeo a razón de 35 a 40 psi de presión.[1,2]

La evaluación a escala industrial del sistema de separación sólido-líquido se realizó en la planta de cal de la refinería del ingenio Quintín Banderas. El sistema se instala en el intermedio del tanque de preparación de cal y los tanques de cal diluida, utilizando el mismo sistema de bombeo existente.

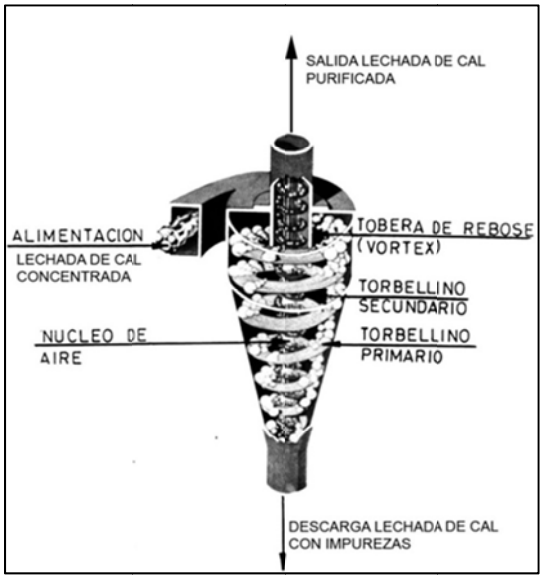


Figura 1. Esquema de funcionamiento.[3]

El procedimiento consiste en pasar la lechada de cal concentrada (10-12º Baumé) mediante un sistema de bombeo a 15 psi de forma tangencial a la parte superior del hidrociclón. Las partículas de mayor diámetro alcanzan la pared y descienden en forma de torbellino hasta formar un sello en la parte inferior, permitiendo la descarga de las partículas de mayor diámetro (figura 1). Las de menor diámetro forman un espiral ascendente saliendo por la parte superior del equipo. El rechazo se envía al sinfín desarenador donde se elimina la arena y la lechada que la acompaña se recupera. La lechada purificada se envía a los tanques de cal diluida del proceso y de esta forma se repite la operación sin ocasionar interrupciones operativas al proceso ni tiempo perdido.[1,2]

Para su evaluación se realizaron las siguientes acciones:

- Se realizó el aforo del hidrociclón y se mide flujo de entrada, flujo del rebose y flujo del rechazo.

- Se calculó la eficiencia total de separación de solidos mediante el análisis de % en peso de solidos insolubles en la entrada, rebose y en el rechazo.
- Se calculó el consumo de potencia del equipo, su capacidad de flujo y su presión de operación.
- Se calculó su poder de separación, con el flujo del rechazo, % de sólidos en el rechazo y la densidad del rechazo.
- Se calculó su relación de flujo de entrada y rechazo, lo que permite certificar si el sistema es eficiente o no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En su operación solo hubo que modificar el diámetro de la boquilla. En la tabla 1 se muestran los resultados experimentales y en la tabla 2 los parámetros calculados. Se comprobó que el equipo tiene una capacidad de 8 a 10 litros/seg, un flujo de rechazo de 0.19 l/s con una relación de flujo de rechazo / flujo de entrada de 8.61%, que significa un poder de separación de 0.087 kg /s; todas estas características técnicas del equipo lo hacen ser un equipo eficiente.

Con las características mencionadas, un solo equipo, de las dimensiones del evaluado, es capaz de purificar la lechada de cal para un flujo de licor disuelto en refinerías de 30 a 50 metros cúbicos por hora y en el caso de una fábrica de azúcar crudo, una molida de 4500 t de caña por día. Pero para una operación más rápida es conveniente instalar dos equipos en paralelo.

Tabla 1. Resultados experimentales.

Datos Experimentales	**Exp # 1**	**Exp # 2**	**Exp # 3**	**Exp # 4**	**Exp # 5**
Fecha	10/2/2017	10/2/2017	11/5/2017	12/5/2017	12/5/2017
Presión, psig	15	15	15	15	15
Boquilla, Ø mm	9	9	9	9	9
Flujo entrada, litros/seg	2.09	2.135	2.078	2.09	2.08
Flujo rebose, litros/seg	1.910	1.940	1.90	1.90	1.89
Flujo rechazo, litros/seg	0.18	0.195	0.188	0.190	0.118
% insolubles entrada	11.390	14.302	12.501	11.07	11.07
% insolubles rebose	6.620	9.666	8.911	7.368	7.368
% insolubles rechazo	37.990	51.07	38.169	37.350	37.35
Baume entrada	8.0	10.0	8.0	6.5	8.50
Baume rebose	6.0	9.0	6.0	5.0	6.50
Baume rechazo	10.80	15.0	11.50	11.50	12.50
Densidad entrada, gr/litro	1207.1	1255.0	1207.0	1060.0	10.80
Densidad rebose, gr/litro	1053.7	1080.1	1053.0	1020.0	1033.0
Densidad rechazo, gr/litro	1280.7	1420.0	1297.1	1297.1	1301.0
CaO aprovechable entrada	5.39	5.91	5.40	5.75	4.90
CaO aprovechable rebose	4.80	5.18	5.15	5.22	4.62
CaO aprovechable rechazo	10.32	11.42	9.91	10.11	11.0
% CaO en la cal seca	59.86	59.86	58.2	58.2	58.58

Tabla 2. Parámetros calculados.

Cálculos realizados	**Exp #1**	**Exp #2**	**Exp #3**	**Exp #4**	**Exp #5**
Relación Xc, %	8.61	9.13	9.04	9.0	5.87
Eficiencia total, %	50.71	40.48	45.56	41.80	48.0
Consumo de potencia, W	216.31	220.97	215.0	216.31	207.82
Poder separación Kg sol/seg	0.087	0.141	0.092	0.243	0.057

Su relación calculada de flujo de entrada y rechazo es menor del 10%, lo cual, según la literatura certifica

que el equipo es eficiente en su trabajo.[3]

La técnica instalada hasta ahora solo separaba las partículas gruesas y no las menos gruesas mientras que este sistema lo hace de forma total. Elimina el 100% de la arena, garantiza una densidad constante de la lechada de cal, se eliminan las obstrucciones en válvulas y tuberías, etc. Ocupa poco espacio industrial, no ocasiona interrupciones operativas al proceso y disminuye las pérdidas.

Las cenizas en el azúcar producido, refino C, disminuyeron entre un 40% y un 50% es decir, de 0.040 a 0.202 ppm, incrementando la Pol del azúcar.

Este sistema fue instalado en el central azucarero Quintín Banderas de Villa Clara, en la zafra 2016-2017 por más de cinco meses sin interrupciones, siendo de fácil limpieza (auto-limpiable) y mantenimiento.

El sistema consiste en un hidrociclón eficiente, el cual puede ser construido a nivel de taller en los centrales. Como resultado de su uso se logra una alta separación de los sólidos insolubles que acompañan la lechada, se logra una lechada con mayor pureza y menor contenido de no azúcares.

Lo novedoso de este sistema es su alta eficiencia en la separación de los sólidos donde se elimina el 100% de la arena en suspensión, se eliminan las tupiciones en tuberías y válvulas, se incrementa la calidad de la lechada de cal con un bajo consumo de potencia, y se logra una alcalización más eficiente.

Puede ser generalizado a escala industrial en cualquier refinería o en el caso de la etapa de molienda, también encuentra su aplicación en otras operaciones que son objetos de estudios, como la disminución del contenido de sólidos en suspensión presentes en el jugo mezclado a fábrica.

CONCLUSIONES

Este sistema de separación cumplió con los objetivos para los cuales fue construido e instalado, como:

- Eliminar la arena y otras impurezas en la lechada de cal que va al proceso con una alta eficiencia y un alto poder de separación, eliminándose incrustaciones y obstrucciones en válvulas y tuberías así como en los equipos del área de purificación.
- Reducir el tiempo perdido por interrupciones operativas por incrustación, alto % de sedimento en los tanques de reacción, aireadora y clarificadora de licor.
- Disminuir el flujo de agua residual a zanja.
- Mantener una densidad constante en el flujo del rebose al proceso.

Este sistema puede ser generalizado para todo tipo de alcalización, tanto de jugo como de licor, en cualquier proceso de fabricación de azúcar tanto de crudo como de refino. Además puede ser utilizado en la alcalización con sacarato y puede constituir una forma de incrementar el rendimiento y disminuir las pérdidas.

RECOMENDACIONES

- Generalizar este sistema de separación en todos los ingenios del país.
- Actualizar la ingeniería básica en todas las plantas de cal de los ingenios para alcanzar mejores resultados.
- Desarrollar proyectos investigativo en la separación de no azúcares en el jugo mezclado a fabrica y plantas de derivados.
- Utilizar medios anti-abrasivos y corrosivos en su interior.
- Crear condiciones en un taller de maquinado para construir estos equipos con precisión y calidad.

REFERENCIAS

1. Damashsienko,N,F. Perfeccionamiento de la eliminación de la arena en la lechada de cal. Revista Sajar Brom Moscú VOL.42,n 11 1968,p 38.
2. Sofroniuk,L,P. Esquema de purificación hidrociclón en la lechada de cal. Revista Sajar- Brom Moscú, diciembre, 1965, p 40-41.
3. Reitema, K. (1961). Cyclones in Industry. Elsevier publishing. Pág. 151.

ACTUALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO MAGNÉTICO DE FLUIDOS EN EVAPORADORES DE LA INDUSTRIA AZUCARERA CUBANA

AN UPDATE ON THE MAGNETIC FLUIDS TREATMENT IN EVAPORATORS OF CUBAN SUGAR FACTORIES

Autores:
Ricardo D. Martínez Águila, Rafael Dunand Castellanos, Israel Cepero Acán
ICIDCA
ricardo702@yahoo.com, rafa510@nauta.cu, normabg2014@gmail.com

Resumen

El trabajo expone antecedentes en el tratamiento magnético de fluidos (TMF) previo al Programa de Magnetismo del MINAZ, su implementación en evaporadores de ingenios azucareros; así como también se muestran los resultados en el consumo de productos químicos con y sin TMF. Se concluye recomendando actualizar el programa.

Palabras claves: tratamiento magnético, incrustaciones, evaporadores, ingenio.

Abstract

The work exposes background in the magnetic fluids treatment (TMF) previous to the MINAZ's Program of Magnetism, its implementation in sugar factories' evaporators, as well as the results in the consumption of chemical products with and without TMF. It is concluded recommending to update the program.

Key words: magnetic water treatment, scale, evaporators, mills.

Desarrollo

La aplicación del TMF se inició en Cuba a finales de la década de los 80´con las investigaciones y desarrollos de magnetizadores por parte del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) y del Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ). Posteriormente, el Combinado de Componentes Electrónicos (CCE) y el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (CIME), con sus producciones de imanes de ferrita, también se incorporan al diseño, construcción y comercialización de magnetizadores para el TMF anti-incrustante y prevenir depósitos calcáreos en calderas, calentadores, intercambiadores, etc.

Sin embargo, la aplicación del TMF al jugo de caña en evaporadores representaba un reto debido a la composición del jugo; por ello era necesario que los magnetizadores fueran externos, no invasivos, al fluido acuoso. Así durante la zafra 1996-97 se llevó a cabo una prueba de esta aplicación del TMF en más de 10 ingenios con equipos TECNOMAG (españoles), DIMAG (del CCE) y MIPAZ (del CNEA). Los resultados de esta prueba fueron alentadores, especialmente el alcanzado en el ingenio "Habana Libre", por lo cual el MINAZ implementó un Programa de Magnetismo para la aplicación del TMF en evaporadores de los ingenios azucareros. Este Programa se inició con la contratación al CCE de casi 1000 equipos unipolares DIMAG, seguido de un cronograma de entregas, distribución de los mismos e instalación en los evaporadores de los ingenios, operación que se llevó a cabo en el periodo del 1998 al 2003. (1).

A este Programa se incorporó el CIME con el Sistema Tecnológico Anti-incrustante (STA), basado en magnetizadores bipolares exteriores MAGCIME, que aplicó en una decena de ingenios, logrando resultados tecno-económicos superiores al implementar un procedimiento basado en diagnóstico, instalación de magnetizadores y evaluación de efectividad del TMF con retroalimentación en el ajuste de las características

magnéticas de los equipos magnetizadores. También en dicho periodo se inició la exportación de esta tecnología del TMF anti-incrustante por ventas a ingenios azucareros de equipos DIMAG, sobre el orden de los 100,000 USD. De igual modo el CIME realizó demostraciones limitadas del STA, durante los años 2000 y 2001, con buenos resultados, en los ingenios “Rio Turbio” (figura 1), “Santa Clara” y “Portuguesa” de la República Bolivariana de Venezuela, con ventas de MAGCIME de unos 10,000 USD al hotel “Príncipe” de Barquisimeto.

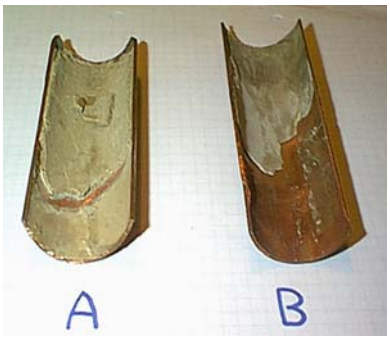


Figura 1. Incrustaciones en conductos de la calandria de un melador del ingenio “Rio Turbio” (abril 2000).

En la figura 1, la muestra A es obtenida luego de procesar 12000 toneladas de caña y sin TMF. La muestra B es obtenida después de una molienda de 18000 toneladas de caña y con MF.

En todos esos años y posteriores, investigadores del ICINAZ, CIME y CCE trabajaban en el desarrollo y promoción del TMF anti-incrustante usando magnetizadores exteriores en la aplicación del novedoso tratamiento magnético superficial (TMS, figura 2). Esta tecnología del TMS se basa en la activación magnética controlada de la superficie del conducto de material ferromagnético en contacto con el fluido acuoso, la cual ha resultado de gran efectividad en la prevención de depósitos calcáreos. (2).

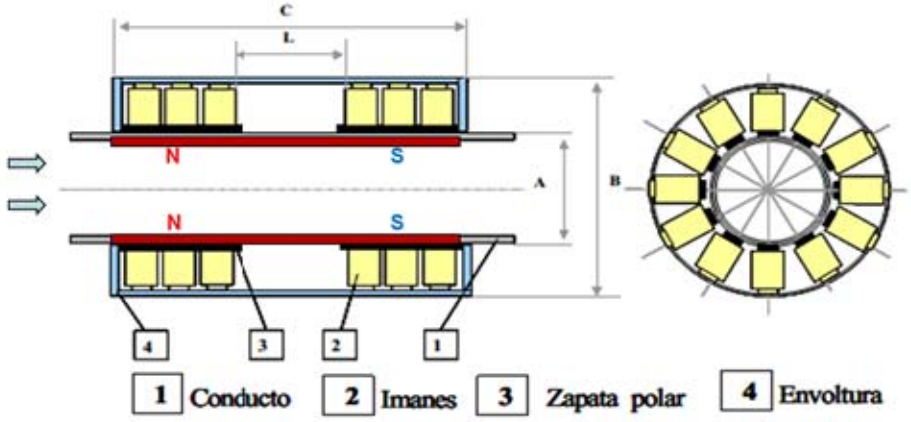


Figura 2. Esquema del magnetizador bipolar para el TMS.

En el año 2007 investigadores del ICINAZ desarrollan el Sistema Magnético Anti-incrustante (SMA) para la aplicación del TMS en evaporadores de ingenios azucareros empleando magnetizadores AZUMG, construidos con imanes de ferrita anisotrópica y neodimio en soportes de acero inoxidable. Este procedimiento del SMA fue comercializado con éxito en evaporadores de los ingenios “Ofelina” (CALESA, Panamá) y “Alfredo Mones Quintela” (ALUR, Uruguay), ver figura 3, los cuales aportaron la institución dividendos por sobre los 50,000 USD. (3) (4).

Figura 3. Magnetizadores instalados en ingenio ALUR.

Resultados y discusión

El TMF efectivo previene las incrustaciones y alarga los ciclos de trabajo de los evaporadores entre operaciones de limpieza y en consecuencia se reducen los consumos de productos químicos, agua de enjuagues y afectación al medioambiente. Para evaluar los resultados del Programa de Magnetismo se utilizó la data de los consumos de sosa cáustica y ácido clorhídrico empleados en la limpieza de los evaporadores. Se tomaron y procesaron datos de 6 zafras previas al Programa, del 1992 al 1997 y de las 6 zafras siguientes, del 1998 al 2003 (figura 4).

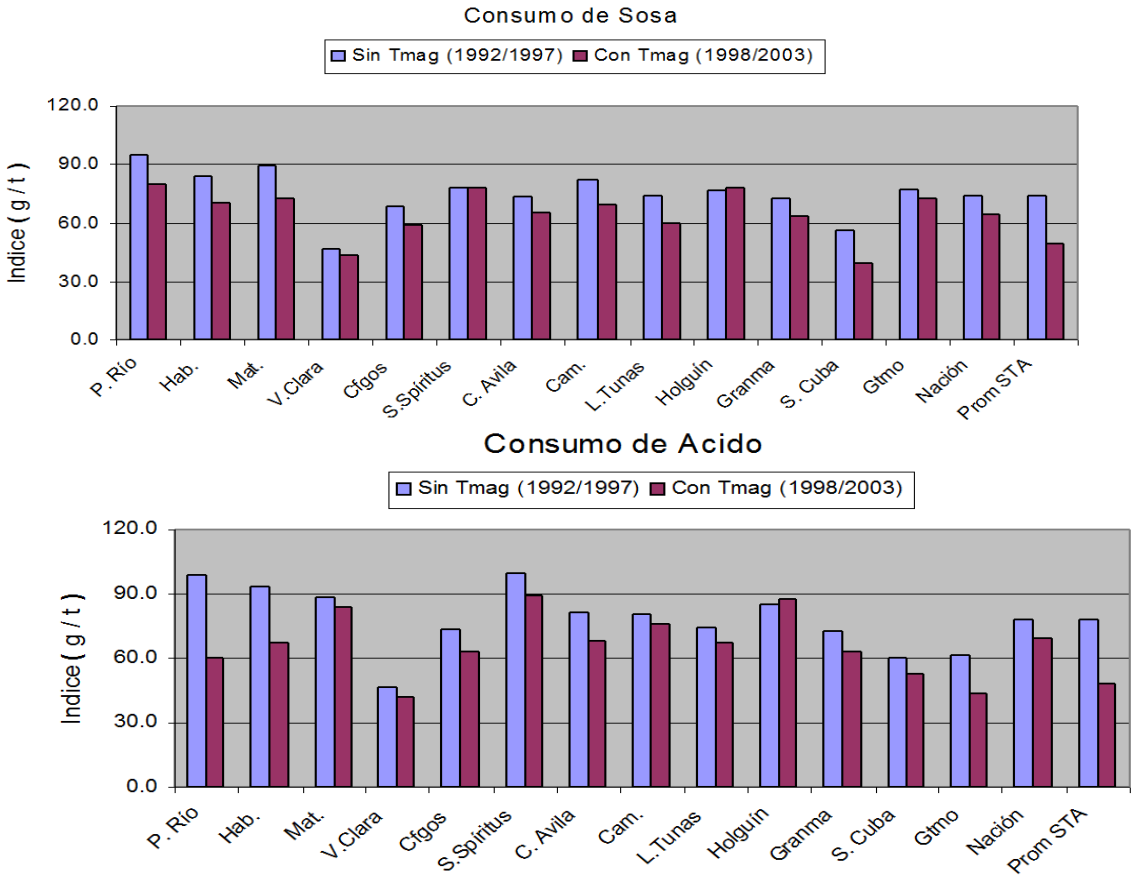


Figura 4. Impacto del tratamiento magnético en el consumo de sosa y ácido

Nacionalmente se logró una reducción de los consumos de alrededor del 13%. La mayoría de los ingenios empleaban los dispositivos unipolares DIMAG. Sin embargo, los resultados fueron mucho mejores en los ingenios que aplicaron el STA con los equipos bipolares MAGCIME que presentan un mejor control de la superficie activada (TMS) en contacto con el jugo de los evaporadores.

Durante este periodo también se observaron diversos problemas en la aplicación del TMF en evaporadores, entre los que más incidieron fueron:

1. Deficiencias en la ubicación e instalación de los magnetizadores en los multi-efectos de evaporación; así como en la información técnica suministrada y servicios de posventa por parte de las instituciones (CIME, DITEL, CNEA).
2. Inestabilidad de la molienda en los ingenios que dificultaron el seguimiento y supervisión de la marcha del Programa de Magnetismo por parte de técnicos, investigadores y directivos de los ingenios azucareros, ICINAZ y MINAZ.
3. Inadecuados materiales empleados en la estructura de los magnetizadores que no resisten el ambiente contaminante y de alta temperatura en los evaporadores.
4. Concepciones cerradas y limitadas sobre los mecanismos anti-incrustantes del TMF.

Entre el 2013-2016 AZCUBA (anteriormente MINAZ) en conjunto con el ICIDCA, llevaron a cabo levantamientos por los ingenios azucareros del país para evaluar el estado actual de la tecnología del TMF anti-incrustante y se pudo constatar la inexistencia o deterioro notable de los magnetizadores instalados. (5).

Conclusiones y Recomendaciones

- El Programa de Magnetismo del MINAZ fue efectivo, por los resultados tecno-económicos alcanzados en ingenios azucareros del país, tales como “Habana Libre”, “Boris L. Santa Coloma”, etc. y porque posibilitó el desarrollo del Tratamiento Magnético Superficial (TMS) como un tratamiento magnético de fluidos (TMF).

- Con la implementación del Programa de Magnetismo también se pudo constatar otros beneficios como el aumento de la eficiencia energética, el ahorro de bagazo y agua, disminución de la contaminación fabril, etc.

- Se demostró que el Sistema Magnético Anti-incrustante (SMA) en la aplicación del TMS en calentadores y evaporadores de ingenios azucareros, con magnetizadores AZUMAG, puede constituir un rubro de exportación.

- Se propone revitalizar el Programa de Magnetismo con el procedimiento del SMA, el empleo del TMS y magnetizadores AZUMAG u otros equipos con características de tratamiento magnético homologadas, con la colaboración del CIME, CNEA e incluso con la participación de inversionistas extranjeros.

Referencias

(1) I. Cepero y Col., "Programa de Magnetismo", MINAZ 1997.
(2) R. Martínez y Col., "Tratamiento magnético superficial de fluidos. Sistema Magnético Anti-incrustante", II Evento Internacional del Electromagnetismo Aplicado. CNEA 2007.
(3) R. Martínez y Col., "Resultados de la Aplicación del Sistema Magnético Anti-incrustante (SMA) en el Ingenio Ofelina. Grupo CALESA", Documento Técnico, ICINAZ 2008.
(4) R. Martínez y Col., "Aplicación del Sistema Magnético Anti-incrustante (SMA) en el Conjunto de Evaporación en el Ingenio Alfredo Mones Quintela de Uruguay", Documento Técnico, ICINAZ 2008.
(5) "Levantamiento de magnetizadores", Informe Técnico, ICIDCA 2016.

MEDIO AMBIENTE

CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL BAGAZO DE CAÑA NATURAL UTILIZADO COMO BIOSORBENTE EN LA REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUA

PHYSICAL CHEMICAL CHARACTERIZATION OF NATURAL SUGAR CANE BAGASSE USED AS BIOSORBENT IN HYDROCARBONS IN WATER REMOVAL

Pastora de la C. Martinez Nodal[1], Elena Rosa Dominguez[1], Iván Rodrigué Rico [2], Jorge Leiva Mas[2].

[(1).]Centro de Estudio de Química Aplicada. Universidad Central de Las Villa. Carretera a Camajuini Km 5. Santa Clara. Villa clara. Cuba. c/p 54830.
[(2)] Departamento de Ingeniería Química Universidad Central de Las Villa. Carretera a Camajuini Km 5. Santa Clara. Villa clara. Cuba. c/p 54830.

RESUMEN

Se realizó una caracterización físico-química al bagazo de caña de azúcar natural (BN), utilizando las técnicas de análisis elemental y microscopía electrónica de barrido (SEM) ***acoplada a EDX***. Los resultados obtenidos permitieron definir la fracción de interés (+1 -2 mm), dado por el rendimiento en el tamizado (41%) y su capacidad de sorción (2g diesel/g BN). Los resultados obtenidos en los estudios de equilibrio de sorción fueron ajustados utilizando los modelos de isotermas de sorción Langmuir y Freundlich a dos temperaturas diferentes (25 ^{0}C y 30 ^{0}C). Se obtuvo experimentalmente la curva de ruptura, donde el punto se alcanza a las 6 horas de operación. Al BN agotado se le realizó un análisis de la textura de las fibras por microscopía electrónica de barrido (SEM) acoplada a EDX. Los resultados obtenidos muestran un apreciable grado de desmembramiento superficial con relación a la textura del BN antes de ser utilizado presentado.
PALABRAS CLAVE: biosorbentes, bagazo de caña de azúcar, remoción de hidrocarburos.

ABSTRACT

A physical-chemical characterization was carried out on natural sugar cane bagasse (BN), using elemental analysis techniques and scanning electron microscopy (SEM) coupled to EDX. The results obtained allowed to define the fraction of interest (+1 -2 mm), given by the sieving performance (41%) and its sorption capacity (2g diesel / g BN). The results obtained in the sorption equilibrium studies were adjusted using the Langmuir and Freundlich sorption isotherms models at two different temperatures (25° C and 30° C). The rupture curve was obtained experimentally, where the point is reached after 6 hours of operation. An analysis of the texture of the fibers by scanning electron microscopy (SEM) coupled to EDX was performed on the depleted BN. The obtained results show an appreciable degree of surface dismemberment in relation to the texture of the BN before being presented.
KEY WORDS. biosorbents, sugar cane bagasse, hydrocarbons removal.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la contaminación por hidrocarburos en cuerpos de agua (mares y ríos) proviene de fuentes terrestres como: aguas residuales industriales (aguas oleosas con alto contenido de hidrocarburos), a través de la atmósfera, derrames de petróleo y fluviales urbanos que de forma sistemática se incorporan al medio de manera discreta por el arrastre de hidrocarburos motivado por las lluvias a través de los sistemas de alcantarillado y drenaje fluvial de las ciudades.
Los métodos tradicionales desarrollados para el tratamiento de efluentes han sido estudiados a fondo, definiéndose de forma muy clara las deficiencias que los mismos presentan. Entre las principales desventajas

de estos procedimientos se encuentran las bajas eficiencias que se alcanzan, los altos costos de operación, insumos y requerimientos, obligando al hombre a encontrar nuevas soluciones. (1; 2, 3, 4, 5). Investigaciones recientes han demostrado que algunos materiales pueden ser empleados como sorbentes de hidrocarburos. Tal es el caso de fibras de palma, coco, caña de azúcar, buchón de agua, tallos de flores, cabellos humanos, plumas de pollos, entre otros. (6, 4, 7). Estudios realizados por (8,9) de biomateriales lignocelulósicos han aportado resultados significativos en la remoción de hidrocarburos. El presente trabajo tiene como objetivo, caracterizar el bagazo de caña de azúcar natural como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del biomaterial sorbente. El bagazo natural fue sometido a las operaciones: secado, molienda y tamizado para obtener una biomasa uniforme (2,3). La muestra del material granular pesada, se colocó en el sistema de tamizado y se sometió a un proceso de vibraciones durante un período de 10 minutos. Posteriormente se recogieron las fracciones depositadas en cada tamiz y se determinó el rendimiento de cada una de ellas respecto al total procesado. Al bagazo de caña natural se le realizó una caracterización físico-química, cuyos procedimientos se describen a continuación:

Determinación de humedad: Se realizó en una balanza de humedad Sartorius modelo MC 40, a una temperatura de 105^0C, de forma automática a la temperatura programada.

Determinación de la densidad real. (Método Picnométrico): La técnica consistió en pesar una masa determinada del material la cual se introduce en el picnómetro, luego se le adiciona el solvente (agua destilada), hasta el nivel de enrase.

Determinación de la densidad aparente: La técnica consistió en adicionar una masa del material hasta un determinado volumen (40 mL), luego se pesa la probeta con todo su contenido, y por diferencia se obtiene la masa del sólido.

Determinación de la porosidad: La porosidad de la partícula de un sólido es una medida de la rugosidad y la capacidad de la superficie, se estimó a partir de su relación con la densidad, según la ecuación:

$$e = 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_{real}} = \frac{\rho_{real} - \rho_{ap}}{\rho_{real}} \quad \text{..... Ec.1}$$

Donde: ρ_{ap} = densidad aparente y ρ_{real} = densidad real del BN

Determinación de la capacidad de sorción de la fracción de interés, con el hidrocarburo seleccionado (32,7 ^{0}API). Para determinar la capacidad de sorción, se adaptó la metodología aplicada por (4,7) basada en el protocolo canadiense *Oíl Sorbente: Testing Protocol and Certification Listing Program* y de la norma ASTM F 726-99.

Microscopía Electrónica de Barredura (SEM) acoplada a EDX. Las muestran se recubrieron con oro sputterning y la microscopía se realizó utilizando un microscopio electrónico de barrido LEO 440i. Este equipo permite la determinación cualitativa y semicuantitativa de las composiciones químicas.

Experimentos de sorción de hidrocarburo con BN en discontinuo. En cada vaso de precipitado de 1 litro de capacidad se añadió la cantidad del hidrocarburo correspondiente, se tomó su peso (g) y se llevó a volumen final de 1 litro con agua destilada. Los vasos de precipitados fueron sumergidos en un termostato. Se comenzó la agitación (450 rpm) y luego se le adicionó 1 g de BN, para un tiempo de contacto de 15 minutos. Las muestras fueron filtradas por escurrimiento de 1 h a través de un embudo de malla 0,125 mm (120 Meshes). La cantidad de hidrocarburo agregado a cada frasco tenía una concentración inicial de: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; g de diesel por litro de agua respectivamente. Al filtrado residual se le determinó el contenido de hidrocarburos por el método de extracción gravimétrica con n- hexano. Se realizaron 3 réplicas a dos temperaturas diferentes (35 ^{0}C y 45 ^{0}C). Los modelos utilizados son el de Langmuir y Freundlich.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el rendimiento de cada una de las fracciones obtenidas con respecto al total BN procesado, en el proceso de tamizado realizado.

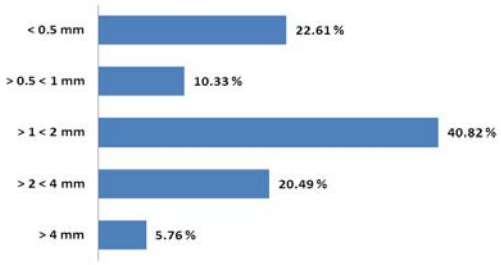


Fig. 1. Análisis granulométrico de la operación de tamizado del BN.

En la tabla I y II se resumen las propiedades físicas y la capacidad de sorción del BN utilizado en los estudios realizados.

Tabla I. Valores medios de las propiedades físicas del BN (+1 -2 mm)

Parámetros	**Unidad**	**Valor promedio**
Humedad a 105 ^{0}C	(%)	7,57±1,9E-01
Densidad aparente	(g/cm^3)	0,0697±6,9E-06
Densidad real	(g/cm^3)	0,1656±9,9E-04
Porosidad	-	0,60±1,4E-05

Tabla II. Resultados obtenidos en la determinación de la capacidad de sorción del BN (+1 -2 mm) con el hidrocarburo seleccionado (32,7 ºAPI)

Ca Dinámica (g HC/g de BN)	**Ca Estática (g HC/g de BN)**
1,77±3,0E-02	1,81±1,0E-01

Teniendo en cuenta lo reportado por (10, 11, 7**)** en estudio realizados con materiales orgánicos naturales, el BN evaluado da resultados satisfactorios como un biosorbente de hidrocarburos en agua, con características similares a los ofertados en el mercado internacional. Su buen desempeño, abundancia, disponibilidad, bajo costo y biodegradabilidad, hacen del BN, un excelente material sorbente sostenible. Esto permite reducir considerablemente los costos adicionales de almacenamiento o disposición final que tienen los materiales sorbentes sintéticos fabricados en su mayoría con polipropileno o poliuretano. (12).

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) acoplada a ED al BN antes de ser utilizado. Los resultados se muestran en las figuras 2 y 3

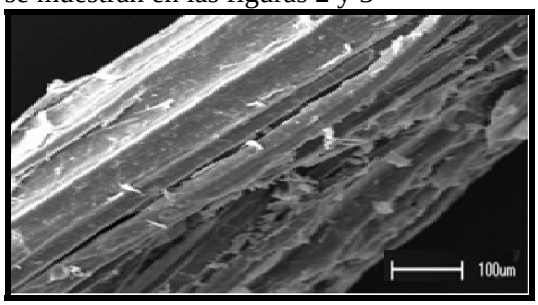


Fig. 2. Microscopia electrónica de barrido (SEM) del BN.

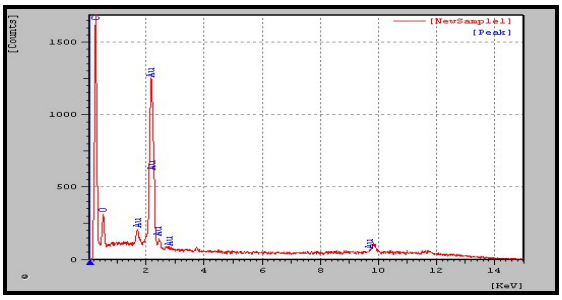


Figura 3.Espectro de emisión (EDX) del BN.

Resultados de sorción de hidrocarburo con BN en discontinuo Los parámetros de los modelos utilizados Langmuir y Freundlichs para el sistema estudiado se muestran en la tabla III. En la misma se puede observar que en el modelo de Langmuir a medida que aumenta la temperatura disminuye la capacidad de sorción del sorbente, lo cual coincide por lo planteado por (13) para el caso de procesos exotérmicos. Se puede observar que la capacidad de sorcion estática y dinamica reportadas en la tabla II son similares a las obtenidas por la ecuación linealizada de Langmuir, lo que confirma la validez del modelo.

Tabla III. Parámetros de los modelos de equilibrio en el sistema estudiado.

Langmuir	**T (^{0}C)**	**Ecuación de regresión**	**R^2**	**b (L/g)**	**a $_{máx.}$(g HC/g BN)**
	25	y= 0,7432x + 0,1053	0,99	7,06	1,44
	35	y= 0,6923 + 0,1674	0,98	4,14	1,35

Freundlich	T (^{0}C)	Ecuación de regresión	R^2	K (L/g)	1/n	n
	25	y= 0,7432x + 0,1053	0,96	1,960	0,341	2,936
	35	y= 0,6923 + 0,1674	0,95	1,995	0,321	3,119

En la figura 4 se puede observar un punto crítico denominado punto de ruptura o de quiebra, a las 6 horas de operación, que representa el punto donde para propósitos prácticos, la columna está en equilibrio con el afluente y después del cual ocurre poca remoción adicional de soluto. En este punto se hace necesario remplazar el sorbente de la columna.

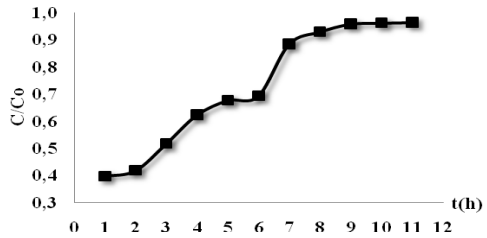


Fig.4. Curva de ruptura para una columna (H/D=6,15) rellena con BN y concentración de hidrocarburo inicial de 1444 mg/L.

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) acoplada a EDX al BN agotado. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 5 y 6.

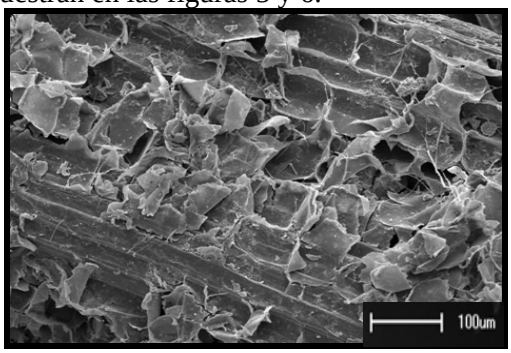


Fig. 5. Microscopia electrónica de barrido (SEM) del BN agotado.

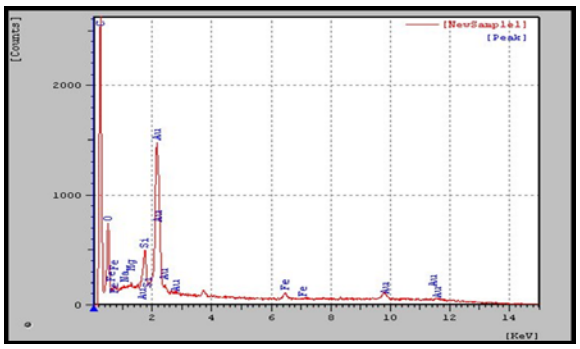


Figura 6. Espectro de emisión (EDX) del BN agotado.

En la figura 5 se observa que en la textura un apreciable grado de desmembramiento superficial con relación a la textura del BN antes de ser utilizado, debido a dos causas fundamentales que actúan simultáneamente: una por hinchamiento y la otra por disolución de la glucosa presente en los haces que conforman la estructura del BN. En la figura 6 se distingue que la relación entre los conteos de emisión (counts) es algo superior (5,1) con respecto al BN (4). En el espectro de emisión EDX de la figura 6 correspondiente al BN agotado, se observa la presencia de varios elementos químicos (Fe, Si, Na y Mg), los cuales corresponden a la existencia de impurezas inorgánica solubles e insolubles presentes en la agua contaminada con hidrocarburo, que fueron sorbidas por el BN.

CONCLUSIONES

1. La caracterización física del bagazo natural de caña natural de caña de azúcar y su capacidad de sorción 1,77 g hidrocarburo/g de BN (dinámica) y 1,81g hidrocarburo/g de BN (estática) lo hacen un excelente material sorbente.
2. El modelo de Langmuir es el que mejor reproduce los resultados experimentales (R^2: 0,99 y 0,98). El valor del parámetro n es mayor que uno, indicando la ocurrencia fundamentalmente de una sorción física, en las condiciones experimentales dadas.
3. Los estudios de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) acoplada a EDX, demuestran que el bagazo natural de caña de azúcar agotado sufre cambios en su estructura, apreciándose un grado de

desmembramiento superficial. Se observa la se presencian elementos químicos (Fe, Si, Na y Mg) y un aumento en la relación C/O con respecto del bagazo natural de caña de azúcar no agotado.

REFERENCIAS

1. Teas Ch., K. S., Zanikos F, Stoumas S., Lois E, Anastopoulos G. "Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spill clean up." Spill Science &Technology. Bulletin 8: pp. 259 – 264. 2002.
2. Brito, J.; Propuesta de una tecnología para obtener un biosorbente de Cr3+ a partir del bagazo de caña. Escalado a nivel de planta piloto. Tesis de maestria. Tutor: Dr. Iván Leandro Rodríguez Rico. Facultad de Química Farmacia. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, 2006.
3. Alomá, I. Tecnología sostenible para la obtención de un biosorbente de metales pesados a partir del bagazo de caña de azúcar. Tesis Doctoral. Tutor: Iván Leandro Rodríguez Rico. Facultad de Química Farmacia. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba. 2011.
4. Ortiz, P, Fonseca; F; Rodríguez, G; Montenegro, L., Biomateriales sorbentes para la limpieza de derrames de hidrocarburos en suelos y cuerpos de agua." Ingeniería e Investigación. ISSN 0129-5608, Vol. 26, Nº. 2, 20-27, 2006.
5. Martinez, P, y cool. Diagnóstico ambiental. Emplazamiento Santa Clara 110 kV. Santa Clara. Villa Clara. Grupo GEMA – MES. Centro de Estudio de Química Aplicada (CEQA). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, 2008.
6. Knight R., Borer, R., Clarke J., Pries J. Constructed wetlands for treatment of hydrocarbons. Ecological Engineering, 15, pp. 41-55. 2000.
7. Salager, J.; Forgiarini, A., Fundamentos de la flotación. Referencia: Cuaderno FIRP S335A. Editado y publicado por: Laboratorio FIRP Escuela de Ingeniería Química, Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela, Versión 3, 2007.
8. Beom-Goo, L., Han, J., Rowell, R. Oil Sorption by lignocellulosic fibers. Kenaf Properties, Processing and Products; Mississippi State University, Ag & Bioengineering, pp. 423-433. ISBN 0-9670559-0-3. Chapter 35. 1999.
9. Reyes, J. “La biomasa cañera como alternativa para el incremento de la eficiencia energética y la reducción de la contaminación ambiental”. Revista Centro azúcar No 2: pp. 14-20. ISSN: 02535777. 2003
10. Danglad, J. “Uso de partículas hidrófobas de bagazo de caña en el tratamiento de aguas aceitosas”. Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito para optar al título de Ingeniero Químico. Asesor académico: Ing. Químico. Dra. Shirley Marfisi. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Oriente, Venezuela. 2010.
11. Brandão, 2010 Brandão, P; Souza, T; Ferreira, C; Hori, C; Lucienne; L, Romanielo, H. Removal of petroleum hydrocarbons from aqueous solution using sugarcane bagasse as adsorbent. Journal of Hazardous Materials. Volumen 175. Issues 1-3, 1106 -1112. ISSN 0304-3894. 15 March. 2010.
12. Huang, Z., Wang, N., Zhang, Y., Hu, H., Luo, Y. Effect of mechanical activation pretreatment on the properties of sugarcane bagasse/poly(vinyl chloride) composites, Composites Part A, 43: 114-120. 2012.
13. Hernández, M; González, A; Rojas, F; Asomoza, M; Solís, S; Lara V; Salgado, M; Portillo, R; Petranovski, V., Adsorción de hidrocarburos clorados en sustratos con microporos: clinoptilolitas desaluminizadas y SiO2. Rev. Int. Contam. Ambient. 21 (4) 183-191. 2005.

BIOSORCIÓN DE AZUL DE METILENO SOBRE EL MEOLLO DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR: EQUILIBRIO, CINÉTICA Y TERMODINÁMICA
BIOSORPTION OF METHYLENE BLUE BY SUGARCANE BAGASSE PITH: KINETICS, EQUILIBRIUM AND THERMODYNAMIC

Dopico, D.[1]; León, V.[1]; Díaz, C.[2]; Peña, E.[1]; Cámara, A.[1]

1 Departamento Desarrollo, ICIDCA; 2 Facultad de Química, Universidad de la Habana
* e-mail (daisy.dopico@icidcamy.azcuba)

RESUMEN

El meollo del bagazo de la caña de azúcar es un subproducto de la industria de derivados del bagazo. En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del meollo en la adsorción de azul de metileno en solución. La data experimental fue procesada para estudiar el comportamiento cinético, termodinámico y en el equilibrio de este proceso. Entre los cuatro modelos de isotermas estudiados, la isoterma de Langmuir muestra el mejor ajuste, donde la máxima capacidad de adsorción fue determinada como 126,7 $mg.g^{-1}$. El estudio cinético mostró que el proceso que tiene lugar sigue una cinética de pseudo segundo orden y que la difusión intraparticular no es la etapa limitante. El estudio termodinámico reveló que el proceso se ve favorecido con la temperatura, es espontáneo y que predominan los procesos de fisisorción, según los valores calculados de ΔH^o y ΔG^o.
PALABRAS CLAVE: meollo, azul de metileno, equilibrio, cinética, termodinámica

ABSTRACT

Sugarcane bagasse pith is a byproduct from bagasse processing industry. In this paper the results obtained in the application of the bagasse pith in the adsorption of methylene blue in solution are presented. The experimental data were processed in order to study kinetics, thermodynamics and equilibrium behavior of this process. Among the four isotherm models studied, the Langmuir isotherm showing the best fit, where maximum monolayer sorption capacity was determined as126.7 $mg.g^{-1}$. The kinetic study showed that the biosorption of MB followed pseudo second-order kinetics and intraparticle diffusion is not limited step. The thermodynamic study revealed that the biosorption process is favored by temperature, it is spontaneous and that the processes of physisorption predominate, according to the calculated values of ΔH^o and ΔG^o.
KEY WORDS: bagasse pith, Methylene blue, equilibrium, kinetics, thermodynamics

INTRODUCCIÓN

La biosorción ha tenido auge como una alternativa para la remoción de contaminantes presentes en efluentes industriales (1), lo que permite obtener agua con mejor calidad para su reutilización. Esta tecnología permite además, proporcionarle un destino a los subproductos agrícolas que constituyen, en muchos casos sólidos contaminantes. A pesar de las potencialidades que presenta el meollo por su naturaleza lignocelulósica, en la literatura consultada por el autor, no se reportan investigaciones previas a este trabajo para su utilización como biosorbente. En trabajo presentado anteriormente (2) se expusieron las características físico-químicas del meollo y se obtuvieron los parámetros óptimos (pH, dosis de adsorbente y velocidad de agitación) para que ocurra la adsorción del colorante modelo (azul de metileno, AM) sobre el adsorbente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio de adsorción se preparó una solución inicial de AM 1000 $mg.L^{-1}$ y a partir de esta se realizaron las diluciones correspondientes. Todos los experimentos se realizaron por duplicado y se

tomó para el análisis de los resultados la media de los valores obtenidos. Los ensayos fueron realizados por el método discontinuo, utilizando frascos erlenmeyers de 250 mL, que se colocaron en una zaranda GFL 3033 con control de temperatura y velocidad de agitación. Transcurrido el tiempo prefijado para que se alcanzara el equilibrio, se determinó la concentración final de AM en solución, previa filtración a través de un crisol de vidrio poroso número 1. Para determinar la concentración final en solución del AM se utilizó un espectrofotómetro Kruss 6500, utilizando 663 nm que es la longitud de onda de máxima absorción para el AM. La capacidad de adsorción del adsorbente se calculó mediante la expresión:

$$qe = \frac{V*(C_i - C_f)}{m}$$

Donde: qe- capacidad de adsorción ($mg.g^{-1}$), V: Volumen de la solución puesta en contacto con el adsorbente (L); m: masa de meollo empleada (g); C_i: Concentración inicial de la solución de AM ($mg.L^{-1}$); C_f: Concentración final de la solución de AM ($mg.L^{-1}$). En el presente estudio se variaron la concentración de colorante en el intervalo 10-400 mg/L y la temperatura entre 25-50 ºC (equilibrio y termodinámica), el tiempo de contacto entre 15-130 min (cinética), manteniendo constantes pH=8, dosis de adsorbente 2 $g.L^{-1}$, velocidad de agitación 100 rpm. Para la evaluación estadística de los datos experimentales se empleó el software OriginLab versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de la adsorción

El estudio de la cinética de biosorción permite determinar la velocidad a la que los contaminantes son retirados del medio acuoso, es la base para conocer el mecanismo que controla el proceso y es fundamental para seleccionar las condiciones óptimas de operación en el diseño de sistemas de tratamiento de efluentes. En este estudio, se seleccionaron tres modelos: pseudo primer orden, pseudo segundo orden y difusión intraparticular (3) para el ajuste de los resultados experimentales y la determinación de los parámetros cinéticos. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos ajustando los datos experimentales a los modelos de pseudo primer y pseudo segundo orden.

Tabla I. parámetros calculados a partir de los modelos cinéticos de pseudo primer y pseudo segundo orden.

Modelo pseudo primer orden			
K_1 (min^{-1})	qe($mg.g^{-1}$)	R^2	SSE
0,0127	1,05	0,6189	1,52
Modelo pseudo segundo orden			
K_2 ($g.mg^{-1}.min^{-1}$)	qe($mg.g^{-1}$)	R^2	SSE
0,0527	22,53	0,9999	0,001

Los valores bajos de R^2 (coeficiente de determinación) y SSE (suma de cuadrados del error) obtenidos con el modelo de pseudo primer orden implican que este modelo no es adecuado para describir la cinética del proceso. Sin embrago, los datos experimentales se ajustan bien al modelo de Ho o pseudo segundo orden según los valores calculados de R^2=0,9999 y SSE=0,001. La capacidad de adsorción en el equilibrio de 22,53 $mg.g^{-1}$, calculada por el modelo, es similar a la obtenida experimentalmente 22,28 ± 0,12 $mg.g^{-1}$después que el sistema alcanza el equilibrio. Estos resultados apuntan a que durante la adsorción de AM sobre el meollo, pudiera manifestarse algún proceso de quimisorción. Resultados similares se reportan para la adsorción de AM sobre carbón activado (4). Los parámetros obtenidos, mediante el modelo de difusión intraparticular, revelan que el proceso se produce en dos etapas; la primera, ocurre en los primeros minutos lo que se traduce en una alta afinidad del meollo por el AM y la segunda etapa es más lenta donde se alcanza el equilibrio.

Estudio en el equilibrio. Isotermas de adsorción. Modelos

El equilibrio es descrito por modelos matemáticos, obtenidos a partir de las isotermas de adsorción que relacionan la cantidad retenida de contaminante sobre el sólido y la que permanece en disolución cuando se

alcanza el equilibrio, a una temperatura constante. Las isotermas obtenidas (Fig. 1) se evaluaron mediante los modelos propuestos por Langmuir, Freundlich, Tempkin y Dubinin-Radushkevich (5).

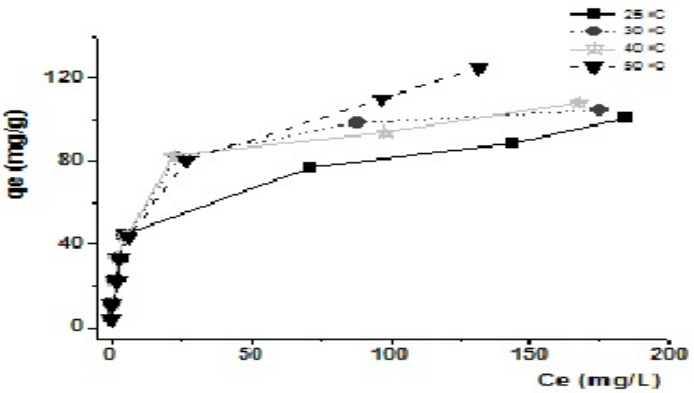


Fig.1 Isotermas a diferentes temperaturas

Según la definición reportada por Limousin (6), las isotermas obtenidas son de tipo L, donde la relación entre: la concentración del adsorbato que permanece en solución y el adsorbido sobre la superficie del sólido decrece cuando la concentración inicial del AM se incrementa, proporcionando una curva cóncava, lo cual sugiere una saturación progresiva del sólido. La primera porción de la isoterma provee información de la disponibilidad de sitios activos en la superficie del meollo, seguidamente se deduce la formación de una monocapa. De acuerdo con los parámetros calculados y plasmados en la tabla 2, el modelo de Langmuir es el que mejor se ajusta a los resultados experimentales, obteniéndose coeficientes de determinación cercanos a la unidad (0,9890; 0,9996; 0,9949; 0,9863) y SSE menores que 0,03 en el intervalo de temperatura de 25-50 ºC. Los valores obtenidos de Q max (99,01; 108,34; 108,81; 126,74 $mg.g^{-1}$) se corresponden con los alcanzados experimentalmente de qe (100,84; 103,80; 107,98; 125,01 $mg.g^{-1}$). Esto indica que la adsorción se establece formando una monocapa, análogo a lo reportado en la remoción de AM sobre cascarilla de arroz (7).

Tabla II. Resultados del ajuste mediante el modelo de Langmuir

Modelo Langmuir	25 ºC	30 ºC	40 ºC	50 ºC
Q max ($mg.g^{-1}$)	99,01	108,34	108,81	126,74
K_L ($L.g^{-1}$)	0,12	0,14	0,15	0,12
R_L (mínima concentración)	0,45	0,42	0,40	0,45
R^2	0,9890	0,9996	0,9949	0,9863
SSE	0,0376	0,0008	0,0099	0,0136

Termodinámica de la adsorción

El análisis de los parámetros termodinámicos: energía libre estándar de Gibbs (ΔG°), la entalpía estándar (ΔH°) y entropía estándar (ΔS°), permiten estimar la factibilidad del proceso de adsorción, así como el efecto de la temperatura sobre los mismos. Los datos experimentales se procesaron según el procedimiento propuesto en la literatura (8). En la tabla III se presentan los resultados obtenidos.

Tabla III. Resultados del estudio termodinámico

Temperatura (K)	ΔGº ($kJ.mol^{-1}$)	ΔHº ($kJ.mol^{-1}$)	ΔSº ($J.mol^{-1}.K^{-1}$)
298	-7,43	32,20	131,77
303	-8,09		
313	-9,01		
323	-10,32		

Los valores negativos de ΔGº indican que el proceso es favorable y espontáneo, lo que concuerda con los parámetros R_L y n calculados mediante el ajuste de los modelos de Langmuir y Freundlich respectivamente. Además, los valores de ΔGº se encuentran en el intervalo -20 - 0 $kJ.mol^{-1}$, lo que sugiere que durante el proceso de adsorción predominan los mecanismos de tipo físico (9). El valor positivo de ΔSº sugiere la afinidad del meollo por el AM y un aumento del desorden y la aleatoriedad en la interfase sólido-solución, provocado por cambios estructurales en el AM y meollo. El valor positivo de la entalpía revela que este proceso se ve favorecido con el incremento de la temperatura, en el intervalo ensayado, lo cual se corresponde con los resultados obtenidos en las isotermas de adsorción, donde qe se incrementa de 100,84 a 125,01 $mg.g^{-1}$ cuando la temperatura aumenta de 25 a 50 ºC. También se puede inferir que predominan las interacciones de tipo físico, ya que el valor de ΔHº (32,20 $kJ.mol^{-1}$) es menor que 84 $kJ.mol^{-1}$. Resultados similares a los obtenidos en este trabajo se reportan para la adsorción de AM sobre bentonita (10).

CONCLUSIONES

Los ensayos cinéticos realizados indican que el proceso de biosorción se ajusta al modelo de pseudo segundo orden y que la difusión intraparticular no es el mecanismo limitante. El estudio en el equilibrio arrojó que las isotermas obtenidas son de tipo L lo que revela la formación de una monocapa de AM sobre la superficie del meollo, correspondiéndose con el ajuste de los datos experimentales al modelo de la isoterma de Langmuir. Los resultados del estudio termodinámico indican que la biosorción de AM sobre el material en estudio es un proceso favorable y espontáneo que se ve favorecido con el incremento de la temperatura, existiendo una elevada afinidad adsorbente-adsorbato.

REFERENCIAS

1. Hubbe, A.A. et al. Cellulosic substrates for removal of pollulants from aqueous systems: A Review: 2. Dyes. BioResources, 2012, 7(2), p. 2592-2687. ISSN 1930-2126.
2. Dopico, D. et al. Evaluación del meollo de bagazo en el tratamiento de aguas contaminadas con azul de metileno. Memorias XIII Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados Diversificación 2015. ISBN 978-959-7165-48-4.
3. Foo, K.Y.; Hameed, B.H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. Chem. Eng. J., 2010, 156(1), p. 2-10. ISSN 1385-8947.
4. Makrigianni, V.; Giannakas, A.; Deligiannakis, Y. Adsorption of phenol and methylene blue from aqueous solutions by pyrolytic tire char: Equilibrium and kinetic studies. J. Environ. Chem. Eng., 2015, 3 (1), p. 574-582. ISSN 2213-3437.
5. Dada, A.O.; Olalekan, A.P.; Olatunya, A.M.; Dada, O. Langmuir, Freundlich, Tempkin and Dubinin-Radushkevich Isotherms studies of equilibrium sorption of Zn (II) onto Phosphoric acid modified rice husk. J. Appl. Chem., 2012, 3(1), p. 38-45. ISSN 2278-5736.
6. Limousin, G.; Gaudet, J.; Charlet, L.; Szenknect, S.; Barthe`s, V.; Krimissa, M. (2007). Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement. App. Geochem., 2007, 22(2), p. 249-275. ISSN 0883-2927.
7. Alemán, A.L.R. (2012). Evaluación de la esterificación sobre cascarilla de arroz como estrategia para incrementar la capacidad de remoción del colorante rojo básico 46. Trabajo de investigación presentado como requisito para optar por el título de Magister en Ciencias-Químicas. Universidad Nacional de Colombia. 2012. Online: http:/www.bdigital.unal.edu.co. Consulta 7-3-2016.
8. Sun, D.; Zhang, Z.; Wang, M.; Wu, Y. Adsorption of reactive dyes on activated carbon developed from *Enteromorpha prolifera*. American J. Analytical Chem., 2013, 4(7A), p. 17-26. ISSN 2156-8278.
9. El Haddad, M.; Slimani, R.; Mamouni, R.; El Antri. S.; Lazar, S. (2013). Removal of two textile dyes from aqueous solutions onto calcined bones. J. Assoc. Arab Universities for Basic and App. Sci., 2013, 14(1), p. 51-59. ISSN 1815-3852.
10. Masad, A.A.; Dammag, H.A.Q. (2011). Removal of Methylene blue from aqueous solutions using Yemen bentonite. Diyala J. Eng. Sci., 2011, 4(1), p. 30-53. ISSN 1999-8716.

EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA DESTILERÍA HÉCTOR MOLINA

ENVIRONMENTAL EVALUATION IN THE DESTILERY HÉCTOR MOLINA

Autor (es): Alonso, D * y Garrido, N.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

* dania.alonso@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se presenta un estudio de impacto ambiental de la destilería Héctor Molina para identificar y evaluar los problemas ambientales generados por la actividad industrial. Mediante la simulación en Microsoft Excel del proceso tecnológico se determinaron los principales problemas que afectan la eficiencia en la fábrica y el consumo de agua y energía, además de la caracterización de los residuales. El estudio evidencia que la industria presenta un elevado índice de generación de vinazas de 16,78 L $_{vinaza}$/L $_{etanol}$ con elevada carga orgánica y alto consumo de agua en el proceso de 7,51 m^3/hL $_{etanol}$, que incide en el alto volumen y carga orgánica de los residuales. Lo que evidencia la inmediatez de aplicar un adecuado tratamiento de los residuales.

PALABRAS CLAVE: impacto ambiental, simulación, residuales, vinaza

ABSTRACT

An environmental impact study of the Héctor Molina distillery is presented to identify and evaluate the environmental problems generated by industrial activity. By means of the Microsoft Excel simulation of the technological process, the main problems that affect the efficiency in the factory and the consumption of water and energy were determined, in addition to the characterization of the residuals. The study shows that the industry has a high index of vinasse generation of 16.78 L $_{vinasse}$ / L ethanol with high organic load and high water consumption in the process of 7,51 m^3 / hL $_{ethanol}$, which have influence in the high volume and organic load of the residuals. This shows the immediacy of applying an adequate treatment of residuals.

KEY WORDS: environmental impact, simulation, residual, vinasse

INTRODUCCIÓN

En Cuba la tecnología instalada en las destilerías es convencional y conserva esquemas de hace más de 60 años. Las destilerías cubanas se caracterizan por tener bajas eficiencias (75 - 78 %) y grado alcohólico de (4,5 - 5,5 % (v/v)) en fermentación (1 - 2), si se comparan con los valores que se reportan internacionalmente, que son superiores a 90 % y 8 % (v/v) respectivamente (3). También presentan pequeñas capacidades de producción, diseñadas para trabajar exclusivamente con mieles y altamente contaminantes del medio ambiente, además requieren de la utilización de grandes cantidades de agua y energía.

El grupo empresarial AZCUBA cuenta con 10 destilerías cuyas vinazas poseen un alto poder de contaminación encontrándose en el orden de los 40 - 80 kg/m³ de DQO. El volumen diario total es superior a

8 000 m^3/d por lo que es necesario implementar alternativas tecnológicas con vistas a disminuir el volumen de este residual y aplicar un tratamiento adecuado del mismo (4).

Por lo anterior, es importante realizar estudios de impacto ambiental que evidencien la situación actual de las destilerías en Cuba y la necesidad de implementar alternativas tecnológicas que mejoren la eficiencia, productividad y los aspectos relacionados con el impacto medioambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza el impacto ambiental en una destilería enfocado a las producciones más limpias. Con el uso de un simulador en Microsoft Excel se ejecutaron los balances de masa y energía asociados a la producción de etanol, se determinaron los principales problemas que afectan la eficiencia en la fábrica, el índice de generación de vinazas, consumo de agua y energía, además de realizar la caracterización de los residuales.

Las condiciones de operación de la industria para el desarrollo del trabajo, son para una destilería con capacidad de producción de etanol hidratado de 500 hL/d considerando que opera 240 días al año, utilizando como materia prima miel B a 83,24 % Brix, 58,07 % de azúcares fermentables y una concentración alcohólica del vino alimentado a la columna destiladora de 5,2 % (v/v).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron indicadores para evaluar la destilería y cómo inciden estos indicadores en el índice de generación y carga contaminante de los residuales. En la **Tabla I** se muestran los resultados de la simulación obtenidos a partir de la información brindada por la industria.

Tabla I. Resultados de la simulación

Parámetros	***Unidad***	***Valor calculado***
Flujo de vinazas	m^3/h	34,74
Índice de generación de vinazas	L_{vinaza}/L_{etanol}	16,78
Flujo de agua de dilución de mieles	m^3/h	16,90
Flujo de vapor en la columna destiladora	kg/h	6 164,51
Índice de consumo de vapor en la columna destiladora	kg/L_{etanol}	3,24
Eficiencia en fermentación	%	76,8
Eficiencia en destilación	%	91,7
Consumo de agua en la destilería	m^3/hL	7,51
Consumo de vapor en la destilería	kg/h	7 397,41
Generación de CO_2 en fermentación	t/d	96,2

Se obtuvo un alto flujo de vinazas (34,74 m^3/h) e índice de generación de vinazas (16,78 L_{vinaza}/L_{etanol}), al utilizar miel B como materia prima. El incremento de este indicador muestra su origen en los aspectos fermentativos o sea, en el bajo grado alcohólico que implica mayor consumo de vapor y por tanto mayor volumen de vinazas, con el consiguiente impacto ambiental negativo por su alto flujo, carga orgánica y temperatura.

La baja eficiencia en la fermentación de 76,8 %, está influenciada por la composición químico - física y calidad de la miel donde influyen los altos contenidos de sólidos, por las elevadas temperaturas alcanzadas en la fermentación al no contar con sistemas de enfriamiento que permitan mantener temperaturas adecuadas (5), a la mala calidad de los nutrientes, además del mal estado técnico de los fermentadores y en el alto consumo de vapor de la destilería (7 397,41 kg/h), influyen en el bajo porcentaje alcohólico en la fermentación.

La fuente de abasto del agua que se utiliza en la fábrica es agua de pozo. En la **Tabla II** se muestra el consumo de agua actual de la destilería en cada etapa del proceso, determinado por el balance de agua mediante la simulación del proceso tecnológico.

Tabla II. Consumo de agua en la destilería

Consumo de agua		***Unidad***	***Valor calculado***
Fermentación	Agua de dilución de miel	m^3/hL_{etanol}	2,66
	Agua de preparación de sales	m^3/hL_{etanol}	0,50
Destilación	Enfriamiento de condensadores	m^3/hL_{etanol}	3,6
	Enfriamiento de fusel	m^3/hL_{etanol}	0,02
Otros	Agua de limpieza de pisos y equipos	m^3/hL_{etanol}	0,53
	Uso potable	m^3/hL_{etanol}	0,20

Se tiene actualmente un elevado índice de consumo de agua en la destilería de 7,51 m^3/hL de alcohol a 100° Gl producidos. El alto consumo de agua de enfriamiento en destilación, está condicionado por la no existencia de un sistema cerrado de enfriamiento, que permita recircular el agua utilizada en las áreas de condensación y enfriamiento.

Los residuales líquidos que se generan en el proceso productivo: agua de lavado de los fermentadores, vinazas, agua de enfriamiento de condensadores y aguas de limpieza de los equipos, se descargan a una zanja que conduce a las lagunas para un posterior uso en el fertirriego. En la **Tabla III** se muestran algunos parámetros de la caracterización de la vinaza, residual más agresivo del proceso de producción de etanol.

Tabla III. Caracterización de la vinaza

Parámetro	***Unidad***	***Valor calculado***
DQO	mg/L	47 656
DBO	mg/L	24 218,8
Nitrógeno	mg/L	84
Fósforo	mg/L	4,41
Calcio	mg/L	46,2
Potasio	mg/L	670

Sodio	mg/L	20
pH	mg/L	3,91
Conductividad	mS/cm	11,17
ST	mg/L	38 530

La vinaza supera los límites permisibles de materias orgánicas referidas como DQO (demanda química de oxígeno) y DBO (demanda biológica de oxígeno), muy superior a las normas de vertimiento establecidas, también se superan los límites de concentración de nitrógeno, calcio y el pH es ácido.

El vertimiento de aguas residuales a la salida de la destilería es del orden de los 1400 m^3/día. En la caracterización de los residuales se evaluó una concentración de materia orgánica del orden de los 27,67 kg /m^3 de DQO, que equivale a una carga diaria de 38 738 kg/d en términos de demanda química de oxígeno. Lo que indica que no puede ser vertido a ningún cuerpo receptor sin antes ser tratado.

CONCLUSIONES

El diagnóstico ambiental presenta parámetros de operación de la destilería, la caracterización de los residuales, el consumo de agua y los niveles de eficiencia. Demostrando que los volúmenes de agua de pozo consumido por la industria son sustancialmente elevados e inciden en el aumento del volumen de los residuales, además de la elevada carga orgánica que presentan, lo que evidencia la inmediatez de aplicar un adecuado tratamiento de los residuales para resolver el problema de la contaminación.

REFERENCIAS

1. Saura, G., F. Domenech. Desarrollo del programa integrado de producción de alcohol en la industria azucarera. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Cuba: Informe Final de Proyecto, Departamento de Alcohol, 2006.

2. Estévez, R. Curso tecnología de producción de alcohol. ICIDCA, 2013.

3. Vianna, H. La reciente evolución de la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar en Brasil. La Habana, Cuba, Congreso Internacional sobre Azúcar y derivados, 2013.

4. Alonso, D., Garrido, N., Pérez, O., Zumalacárregui, L. Alternativas tecnológicas para reducir el efecto ambiental de las vinazas de la industria alcoholera. ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar, mayo - agosto 2015, vol. 49, núm. 2, pp. 44-49, ISSN: 0138-6204.

5. Garrido, N., Alonso, D. Aspectos tecnológicos a tener en cuenta en la eficiencia de una destilería. Centro Azúcar, 2016, vol. 43, núm. 2, ISSN: 2323-4861.

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EMITIDOS POR CALDERAS DE CENTRALES AZUCAREROS

AIR POLLUTANTS EMITTED BY STEAM BOILERS SUGAR MILLS

Hernández-Garces, A.[1]*, Reinosa M.[2], Ordoñez, Y. C.[2], Hernández, F.[3]

[1]Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). Calle 114, No. 11901. e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, CUBA.
[2]Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas. Vía Blanca s/n entre Infanta y Palatino, Cerro, La Habana
[3]Azcuba. Calle 23 No.171 entre N y O, La Habana, Cuba
* e-mail (anel@quimica.cujae.edu.cu)

RESUMEN

La contaminación del medio ambiente constituye uno de los problemas más críticos en la actualidad. La diversificación de la matriz energética evitaría la emisión de gases producto de la quema de hidrocarburos. La Política de Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía en Cuba estableció como objetivo la introducción de 755 MW en bioeléctricas con bagazo como combustible. Este trabajo estima el SO_2, los NO_x y el MP emitidos por generadores de vapor de centrales azucareros mediante factores de emisión como antecedente para evaluar las emisiones de las futuras bioeléctricas a instalar. Como resultado se obtuvieron resultados de emisión inferiores a los de termoeléctricas y grupos electrógenos pero varios ordenes mayor que los de los generadores de vapor convencionales que emplean hidrocarburos como combustible.
PALABRAS CLAVE: Emisiones, contaminantes atmosféricos, generador de vapor, central azucarero

ABSTRACT

One of the most important problems currently constitutes environmental pollution. Diversification of the energy matrix could solve the problem. Policy Perspective Development of Renewable Sources and the Efficient Use of Energy in Cuba intention established as the introduction of 755 MW in bioelectric bagasse as fuel. This paper estimates the SO_2, NO_x and PM emitted by steam generators sugar mills of the Cienfuegos province using emission factors as a precedent for future evaluation of bioelectric introduced. Emission results lower than thermoelectric but several higher than conventional steam boilers that employ hydrocarbon fuels were obtained.
KEY WORDS: Emissions, air pollutants, steam boiler, sugar mill.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del medio ambiente constituye uno de los problemas más críticos en el mundo después de que se hiciesen evidentes las consecuencias de las emisiones indiscriminadas a la atmósfera fundamentalmente de la quema de hidrocarburos para la obtención de energía.
El incremento del uso de energías renovables para diversificar la matriz energética pudiera solucionar el problema. Acorde con este principio, en junio de 2014 se aprobó la Política de Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía en Cuba que establece, entre otros objetivos, introducir 755 MW en bioeléctricas.
Las plantas bioeléctricas utilizan subproductos de la caña de azúcar como el bagazo y otros residuales de la cosecha en la producción de energía. Pudieran utilizar además, residuos forestales y otros de origen agrícola. La factibilidad económica de esta alternativa ha sido demostrada (1).

Que quemen biomasa cañera no exime a las bioeléctricas de emitir gases contaminantes a la atmósfera (2). Esta posibilidad siempre está presente y depende, entre otros factores, del estado técnico de las calderas, de la existencia de sistemas de tratamiento y de la composición del combustible.
Teniendo en cuenta la discusión anterior, este trabajo se propone como objetivo estimar los contaminantes atmosféricos (SO_2, NO_x y MP) emitidos por generadores de vapor de centrales azucareros mediante factores de emisión como antecedente para evaluar las emisiones de las futuras bioeléctricas a instalar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se decidió estudiar los generadores de vapor de los centrales de la provincia de Mayabeque por estar próximos a La Habana, la ciudad más importantes del país, como estudio precedente para la evaluación de las futuras bioeléctricas.
Las emisiones de los contaminantes atmosféricos se calcularon a partir de la ecuación recomendada por la EPA (3), y se emplearon los factores de emisión publicados por la Agencia de Protección de Medio Ambiente de Estados Unidos, EPA, en la serie AP 42 para este tipo de fuente puntual o estacionaria (4).
Aunque el SO_2 es subestimado por la EPA (1993), se incluye en el estudio debido a la importancia de este contaminante criterio. Se toma el factor de emisión reportado por NPI (5).
El combustible que alimenta a los generadores de vapor es bagazo. Diversos autores reportan una composición elemental similar para el bagazo. En todos los casos, el contenido de azufre es muy bajo o no se reporta, en correspondencia con eso la EPA aclara que las emisiones de SO_2 provenientes de la quema de bagazo son muy bajas (4).

Cálculo del consumo de combustible

La cantidad de bagazo quemado se calculó según la cantidad de caña molida por el central (Tabla I) y considerando tuviese un 27% de bagazo.

Tabla I. Consumo de caña de los centrales

Central/Municipio	# de chimeneas	# de calderas	Consumo de caña (t/h)
Cmdte. Manuel Fajardo/Güira de Melena	1	1	77
Héctor Molina/San Nicolás de Bari	2	3	288
Boris L. Santa Coloma	1	3	125

Posteriormente se le restó un 8%, cantidad destinada a la casa de bagazo para estar disponible para un supuesto arranque de la caldera (Tabla II).

Tabla II. Consumo de caña de los generadores de vapor

Central	Consumo de bagazo (t/h)
Cmdte. Manuel Fajardo	19,0
Héctor Molina	71,4
Boris L. Santa Coloma	30,9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla III aparecen los resultados de las emisiones de los contaminantes atmosféricos emitidas por las bioeléctricas objeto de estudio.

Tabla III. Emisiones y flujos volumétricos

Central	Emisiones (g/s)			Flujo de gases (m^3/s)
	MP	NO_x	SO_2	
Cmdte. Manuel Fajardo	41,26	3,17	1,32	12.96
Héctor Molina chimenea 1	103,16	7,94	3,31	62.10
Héctor Molina chimenea 2	51,58	3,97	1,65	15.52
Boris L. Santa Coloma	67,05	5,16	2,15	68.63

Los valores obtenidos de caudal y emisión son inferiores a los de termoeléctricas y grupos electrógenos pero son varios ordenes mayor que los de los generadores de vapor convencionales que emplean hidrocarburos como combustible y que están instalados en distintas industrias e instituciones de la región.
La norma NC/TS 803: 2010 establece las Emisiones Máximas Admisibles (EMA), las cuales se han establecido en dependencia de las características de las instalaciones que generan los contaminantes; para el caso de las calderas de vapor se distinguen diferentes clasificaciones, que se subdividen en correspondencia con el tipo de combustible que utiliza. Los generadores de vapor objeto de estudio se clasifican como c-1 (Calderas de vapor. Biomasa).
Para realizar la comparación de las emisiones con la norma cubana NC/ 803: 2010 fue necesario convertir los valores de concentración de los contaminantes en unidades de mg/Nm^3 (6). Las EMA solo están referidas en la NC/TS 803: 2010 a los contaminantes SO_2, NO_x y material particulado.

Tabla IV. Comparación normativa de las emisiones

Central	Emisiones (mg/Nm^3)		
	MP	NO_x	SO_2
EMA Fuentes existentes	400	100	1000
Cmdte. Manuel Fajardo	5 516.6	424.4	176.8
Héctor Molina chimenea 1	2 757.3	212.1	88.4
Héctor Molina chimenea 2	5 516.6	424.4	176.8
Boris L. Santa Coloma	1 714.7	131.9	55.0

Según los resultados obtenidos se observa que ninguna de las emisiones resultantes de los contaminantes sobrepasa las EMAs establecidas en la NC/TS 803: 2010 para SO_2 debido a las pequeñas concentraciones de azufre presente en la composición elemental del bagazo. Los mayores aportes, como era de esperar, están referidos al MP, causados fundamentalmente por el tipo de combustible que se emplea, el bagazo. El NO_x proveniente de la chimenea 2 del Héctor Molina, el Boris L. Santa Coloma y el Fajardo violan la norma. Mientras que para el MP todas las chimeneas superan los límites establecidos.
Sería necesario determinar el valor real de estas emisiones con analizadores de gases con el objetivo de corroborar los valores alcanzados en este trabajo.
Por la altura de las chimeneas se puede suponer a priori que las emisiones no afecten a las comunidades cercanas a los centrales influyendo, después la lógica dispersión, fundamentalmente en las zonas rurales donde se presupone uso agrícola del suelo. Sería útil modelar la dispersión de estas emisiones para poder estimar la zona de influencia y el impacto de las inmisiones de los gases estudiados.

CONCLUSIONES

Como resultado de la estimación de los contaminantes atmosféricos emitidos por los generadores de vapor de centrales azucareros estudiados, se obtuvieron resultados de emisión inferiores a los de termoeléctricas y grupos electrógenos pero varios ordenes mayor que los de los generadores de vapor convencionales que emplean hidrocarburos como combustible.
La comparación de las emisiones con las EMA de la NC/TS 803: 2010, para la categoría de Fuentes existentes arrojó que ninguna de las emisiones sobrepasa los valores establecidos para SO_2. Para el NO_x

proveniente de la chimenea 2 del Héctor Molina y el Fajardo violan la norma. Mientras que para el MP todas las chimeneas superan los límites establecidos. Sería necesario determinar el valor real de estas emisiones con detectores de gases para validar estas conclusiones.

REFERENCIAS

1. Torres, A., Almazán, O., y Hernández, B. (2015). Estudio de factibilidad económica de un proyecto de generación eléctrica, a partir de la gasificación de bagazo en un central azucarero cubano. Revista Centro Azúcar, 42(1), 1-8.
2. Domenech-López, F., Lorenzo-Acosta, Y., Lorenzo-Izquierdo, M., & Esquivel-Baró, L. (2011). Diagnóstico preliminar de las emisiones gaseosas en la industria de los derivados de la caña de azúcar. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar, 45(3), 30–37.
3. Environmental Protection Agency [EPA]. (1998). Emissions Factors & AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 1.
4. Environmental Protection Agency [EPA]. (1993). Emission factor documentation for AP-42 section 1.8 Bagasse combustion in sugar mills.
5. National Pollutant Inventory [NPI] (2001). Emission estimation technique manual for Combustion in boilers, Version 3.6.
6. NC/TS 803. (2010). Calidad del aire — emisiones máximas admisibles. De contaminantes a la atmósfera en fuentes fijas puntuales de instalaciones generadoras de electricidad y vapor. Oficina Nacional de Normalización.

DIAGNÓSTICOS AMBIENTALES Y CAPACITACIÓN DE LAS EMPRESAS AZUCARERAS DEL OCIDENTE DE CUBA

ENVIRONMENTAL DIAGNOSTICS AND TRAINING IN WEST CUBAN SUGARCANE COMPANIES

Autor (es): Cristina R. Gastón Peña[1,2], Felipe Eng Sánchez[2]

[1]Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Vía Blanca 804 y Carretera Central, La Habana, Cuba, email: cristina.gaston@icidca.azcuba.cu
[2]Cooperativa No Agropecuaria GAIA-Consultoría Ambiental, calle 21 esquina 198 apto. 2, Municipio Playa, La Habana, Cuba, email: felipeeng658@gmail.com

Resumen
En este trabajo se exponen las experiencias en la implementación de la gestión ambiental en las UEBs de ingenios azucareros del occidente del país con el objetivo fundamental de lograr la reducción de los impactos ambientales ocasionados por la agroindustria azucarera basada en la aplicación de la NC ISO 14001 (2015). Como paso previo se realizaron los diagnósticos ambientales de las UEBs seleccionadas con vistas a proporcionar una visión de los problemas ambientales de las actividades a evaluar que permitirá la obtención de información para definir y desarrollar una política ambiental y programar acciones futuras. De igual modo se realizaron acciones de capacitación al personal involucrado en temas de gestión ambiental y la aplicación de la herramienta de Producción Más Limpia con vistas a disminuir los impactos ambientales que se generan en los procesos productivos de las UEBs.
Palabras clave: gestión ambiental, ingenios azucareros, diagnóstico ambiental.

Abstract
In this work is exposed the experiences of the implementation of environment management in the sugar mill of western of the country with the fundamental objective to obtain the reduction of the environment impact that occasioned by sugar cane industry. It is based in the application of the NC ISO 14001 (2015). As firstly step are made the environment diagnosis of the UEBs selected in order to obtain the ambiental problems of these activities that permit to obtain the information for define and develop the environment politic y a program of actions. As the same way, were made the capacitation of the involved peoples in the environment management and the application of tools of Cleaner Production that permit to decrease the environment impact that are generated in the productive process in these UEBs.
Key words: environment management, sugar cane mill, environment diagnosis.

Introducción

El diagnóstico ambiental, consiste en la valoración de la influencia que actualmente provoca el funcionamiento de las organizaciones y de las actividades que se realizarán para minimizar el impacto ambiental. Se puede definir como un análisis preliminar global de los problemas, efectos y resultados en materia de medio ambiente de las acciones de una determinada organización con vistas a la implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Este sistema aplicable a todos los sectores, comprende un conjunto de medidas encaminadas a la prevención de la contaminación, a la reducción en la fuente y a la mejora continua.

La industria azucarera es responsable de la generación de grandes volúmenes de residuales líquidos, sólidos y atmosféricos. Requiere por tanto de la aplicación de estas medidas.

Esta revisión inicial, requisito indispensable para el cumplimiento de la NC ISO 14001:2015, se encuentra dentro de los objetivos de trabajo del Grupo Empresarial AZCUBA, el cual está en consonancia con alcanzar metas superiores en su gestión ambiental para dar cumplimiento a lo normado con relación a la mitigación del impacto ambiental, y obtener un reconocimiento con sus resultados.

Mediante cuestionarios y metodologías ajustadas a las características de la industria azucarera, elaboradas por los autores, se realizó un levantamiento de las condiciones ambientales existentes en cada una de las UEB azucareras del occidente del país: 30 de Noviembre y Harlem en la provincia de Artemisa, Boris Luis Santa Coloma, Héctor Molina Azucarero Manuel Fajardo de la provincia de Mayabeque, Mario Muñoz, René Fraga y Jesús Rabí, de la provincia de Matanzas. La capacitación en técnicas de Producción Más Limpia fue realizada como herramienta fundamental para la implementación del SGA. Esta capacitación incluye la realización de programas de sensibilización y educación ambiental (Talleres y Seminarios), que consideran diversas modalidades de divulgación para los diferentes mensajes que sobre seguridad química y otros aspectos ambientales se deben trasladar a los diferentes niveles de la organización.

Las experiencias acumuladas en el desarrollo de este trabajo ha permitido completar la formación de un grupo de especialistas, capaces de proponer soluciones para orientar la política ambiental de las diferentes empresas azucareras.

Materiales y métodos

El contenido y alcance de estos diagnóstico fue decidido por los especialistas de las UEBs en correspondencia con las necesidades actuales y las posibilidades de resolver los problemas ambientales y comprenden desde la entrada de la materia prima hasta la salida de los productos y emisiones que se producen en los procesos productivos. En trabajos posteriores deberá profundizarse para abarcar todo el desempeño ambiental de todas las UEBs que integran las empresas azucareras y su interrelación con el medio circundante y la comunidad, de forma tal que cumplan estrictamente la Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales del CITMA del 2012 (1). Como paso inicial se realizó un levantamiento de las condiciones ambientales existentes en cada una de estas UEBs, mediante cuestionarios y metodologías ajustadas a las características de la industria, elaboradas por los autores de acuerdo a la Metodología del CITMA. Se tomaron fotografías en las UEB diagnosticadas para mostrar las evidencias de no conformidades y buenas prácticas y se caracterizaron las aguas residuales mediante el empleo de las técnicas estándares para aguas y aguas residuales (2-5).

Resultados y discusión

Se consultó e identificaron las disposiciones legales vigentesen forma de normas y resoluciones nacionales que deberán cumplir las empresas azucareras dentro del amplio contexto legal y ambiental del país. Se deberá identificar cuales resoluciones se cumplen y que normas se aplican en cada una de las UEBs.

Se pudo evidenciar que la caña de azúcar entra al basculador con un alto % de materias extrañas del orden del 20-30 %, además se apreció la llegada de camiones con caña quemada, producto a la baja eficiencia de las máquinas cortadoras y a incendios accidentales ocurridos en los cañaverales. Estas incidencias afectan la calidad del jugo y por tanto el rendimiento del producto final. Es evidente que aunque la caña llega al ingenio con frescura al basculador, los procedimientos que se utilizan para su limpieza no cumplen con las exigencias requeridas para el proceso productivo.

Se lograron identificar los impactos ambientales de cada una de estas unidades, así como las incidencias que estos provocan en la salud de los trabajadores y calidad de vida en general de las personas de las áreas aledañas donde se encuentran ubicadas estas fábricas. Sin embargo, se necesita cuantificar los impactos ambientales que se producen sobre el medio físico y los recursos naturales aplicando los criterios de evaluación informados en la literatura (6).

Se evidenció que no todos los trabajadores utilizan los medios de protección en todo momento.

Se identificaron numerosos problemas de mal manejo de residuos sólidos, vertimientos de residuales líquidos, emanaciones atmosféricas (bagacillo), entre otros.En general, en las UEBs se generan vertidos accidentales de cachaza y de bagazo en el proceso que pasan al residual líquido que no son retenidos adecuadamente en las trampas de sólidos, por lo que el residual llega a las lagunas de oxidación con un contenido de estos materiales.

Existen vertederos de cenizas, las cuales se botan, siendo un material que puede ser reciclado para la obtención de compost por su contenido de potasio y su aplicación en la propia caña de azúcar.

Los focos de emisión que puede provocar emisiones a la atmósfera son los escapes de los transportes ligeros y pesados que tienen gran frecuencia dentro de las áreas de almacenamiento y descarga de la caña de azúcar y de los productos. Los gases contaminantes que están presentes son los relacionados con estos focos de emisión: óxidos de nitrógeno (NO_2 y NO) y partículas suspendidas totales entre ellas las PM-5 y PM-10. No se cuenta con la medición de los gases contaminantes y estas partículas para su cuantificación, pero se evidenció una alta emisión de bagacillo al ambiente.

El bagazo se almacena al cielo abierto o en instalaciones con techos en mal estado en general por lo que el aire lo emite a los alrededores ocasionando una contaminación en la zona y la proliferación de enfermedades respiratorias agudas en los trabajadores. Se deberá buscar los efectos de este parámetro en las personas de las comunidades cercanas y sus opiniones sobre los efectos al medio ambiente del funcionamiento de las UEBs.

En algunas UEBs el bagazo que no se puede almacenar se envía a los platos de composteo de cachaza donde ambos materiales se queman espontáneamente. Por ejemplo, se calculó para una UEB con el bagazo sobrante de la campaña de 2015-2016, las cantidades de combustible gastados para el traslado del bagazo como promedio fue de 33 L/d y se dejaron de generar un promedio de 16672 kW/día que representaría un valor de 228500 CUP en esta campaña.

El estado del equipamiento de la mayoría de las UEBs, de los techos, los aislamientos de las tuberías y pisos están en malas condicionesy en determinados sitios hay ruido intenso aunque no se cuenta con las mediciones de este parámetro.

A partir de la caracterización de las aguas residualesdesde el punto de vista de contaminación ambiental se evidencióun alto poder contaminante así como una alta variabilidad. En la mayor parte de las muestras analizadas de las UEBs se superan los límites permisibles de materias orgánicas para su vertimiento a ríos y embalses (7,8). Aunque estas aguas en su mayor parte no se vierten a otro curso receptor, es necesario tomar acciones para reutilizar estas aguas en el fertirriego de cultivos de caña de azúcar y otros de interés agronómico de la localidad.

En la mayor parte de las UEBs diagnosticadas han sido designados al coordinador ambiental pero con otras funciones dentro del contenido de trabajo que limitan la implementación de la gestión ambiental en las UEBs.

Ante estos resultados se deberá elaborar un plan de acción que consistirá en un conjunto de acciones para la gestión ambiental, la aplicación del concepto de Producción Más Limpia (PML) y la implementación de una nueva estrategia ambiental, determinadas sobre la base del diagnóstico, que permitan el alcance de objetivos superiores en el desempeño ambiental y crear las bases para una mejora continua. Entre sus elementos fundamentales están: la política ambiental, planificación (problemas ambientales, objetivos, metas y acciones). Por su parte, el cronograma constituye una vía de organización y el control del programa.

Se deberá definir y utilizar los criterios ambientales de la organización para la selección y evaluación continua de los proveedores y contratistas utilizados, exigiéndoles un comportamiento acorde con lo establecido internacionalmente y de acuerdo a las políticas de la organización.

Se deberá favorecer la comunicación interna y externa relativa al medio ambiente y a la prevención de riesgos con criterios de transparencia como requisitos de la gestión ambiental.

Para el rediseño de la estrategia ambiental de las UEBs se deberá comprometer a conducir sus actividades de manera que se minimicen los impactos ambientales negativos y se alcance un alto nivel de seguridad.

Todos los trabajadores de las UEBs, sea cual su puesto, son responsables de la protección ambiental, conforme a sus funciones específicas, así como de contribuir al desempeño ambiental individual y colectivo, de manera que se implementa paso a paso la gestión ambiental y posteriormente la integración de la gestión de calidad ya existente con la ambiental para lograr un sistema integrado de gestión. Se implementarán pasos para la aplicación del concepto de PML de forma simultánea con la implementación del SGA o iniciando la aplicación de este concepto de forma prioritaria al sistema de gestión según sea la decisión de la UEB.

Se deberá identificar y gestionar los riesgos ambientales en aplicación del principio básico de prevención, en todas las fases de negocios de las UEBs, desde la planificación inicial, evaluación de decisiones sobre proyectos, hasta la gestión de las operaciones y abandono de las mismas aplicando el concepto de PML.

Se tendrá en cuenta consideraciones de costo/beneficio en la selección de medidas y tecnologías a aplicar para la solución de los problemas ambientales. Aquí se confeccionará un plan de acción considerando los

criterios seleccionados y de acuerdo a la complejidad de las acciones se iniciará por la menor hasta la de mayor exigencia.
Paralelamente y como parte de la metodología propuesta para implementar el sistema, se realizó la capacitación de las UEBs en la introducción a los conceptos de PML, como una herramienta indispensable en el cumplimiento del objetivos trazados por AZCUBA "Implementación del Sistema de Gestión Ambiental NC ISO 14001:2015" para minimizar y prevenir los impactos ambientales negativos que provoca la agroindustria azucarera, que constituye un tercio de la contaminación ambiental en Cuba. En el período de implementación de este trabajo, se realizaron al menos 10 acciones de capacitación de los especialistas de Ciencia Técnica (coordinadores ambientales) y todo el personal relacionado con la actividad ambiental, así como también se impartieron conferencias y realizaron talleres ambientales nacionales.

Conclusiones

1. El Diagnóstico ambiental permitió disponer de la información necesaria sobre los impactos ambientales existentes en las UEB.
2. Se plantearon las posibles soluciones para la reducir la contaminación generada por la industria azucarera.
3. Se evidencia la necesidad de la formación y divulgación en temas ambientales relacionados con la industria a todos los niveles de las distintas organizaciones.
4. En cuanto a los requisitos específicos relativos a su desempeño ambiental establecidos en la misma Resolución, la organización a partir de la realización del presente diagnóstico y de la elaboración del programa debe cumplir con la implementación y ejecución del Programa propuesto.

Recomendaciones

1. Incluir en su visión el cuidado del medio ambiente a partir de la gestión ambiental y la implementación dela norma NC ISO 14001 (2015).
2. Realizar una labor de limpieza que elimine toda la basura y restos de equipos y materiales.
3. Continuar con la capacitación de todo el personal en el tema ambiental y su gestión de acuerdo a las tareas que realizan en la UEB.
4. Disponer de un financiamiento para llevar a cabo el plan de acción y mejora continua de la UEB a partir de la confección de un plan de inversión medio ambiental.
5. Comenzar a realizar la implementación de la gestión ambiental y un programa de PML, realizando un análisis previo de por cual proyecto se iniciaría el proceso, para posteriormente realizar la integración de ambos proyectos.

Referencias

1. CITMA, Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales para la obtención reconocimiento ambiental nacional (RAN), enero 2012.
2. APHA y APWA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewaters, Ed 2000, p 460-465, 14th Edition, New York.
3. Conde, J., Bartós, J., Reyes, A. Método de determinación rápida de la Demanda Química de Oxígeno. Revista Sobre los Derivados de la Caña XII 3, 21-31, 1978.
4. Obaya, M.C., Valdés, E., Eng, F. Metodologías para la caracterización de las aguas y aguas residuales para su calidad de agua para el riego. Editorial ICIDCA, 2003. Monografía. Compendio de los derivados.
5. Sytem Oxitop® Control. Operating Manual. WTW, Alemania. htpp://www.wtw.com [Consulta 20 agosto 2012].
6. Estudio de diagnóstico ambiental UEB Horteca (Planta de Hormigón) de la Empresa de Montaje y Producción Industrial del Transporte EMPIT-MITRANS, Consultoría ProAmbiente-Habana, agosto 2010.
7. Norma NC 27 2012 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.
8. Normas Cubanas NC-521 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización, 2007.

GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN LA AGROINDUSTRIA CAÑERA

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN SUGARCANE AGROINDUSTRY

Autor: MSc. Alfonso Vázquez Ruiz
UEB Atención a Productores Agropecuarios Colombia
jose.admin@colombia.azcuba.cu

Resumen
Este trabajo fue realizado en la Unidad Empresarial de Base Atención a Productores Agropecuarios Colombia en el año 2016, con el objetivo ambiental de exponer conocimientos y experiencias sobre Gestión Medio Ambiental, así como proponer alternativas de soluciones en armonía con el medio ambiente. Los resultados del trabajo demostraron que existen potencialidades, conocimientos, experiencias y alternativas de soluciones para desarrollar una gestión medioambiental más eficaz y lograr una Agricultura Cañera más agroecológica, eficiente, sostenible y competitiva. Sirve además, como herramienta de trabajo con alternativas de soluciones para contribuir a mitigar los procesos de contaminación medioambiental y degradación de los ecosistemas agrícolas provocados por la Agroindustria, así como mitigar los impactos de los cambios climáticos y promover la promoción de una adecuada Educación Medio Ambiental de sus actores con temáticas afines, una mayor aplicación y sostenibilidad de los logros de la Ciencia y la Técnica.
Palabras claves: Gestión, medioambiental, contaminación, degradación, ecosistemas, agroecológica.

ABSTRACT

This work was accomplished in Base Atención's Entrepreneurial Unit to Productores Agropecuarios Colombia in the year 2016, with the environmental objective to expound knowledge and experiences on Half Environmental Gestión, as well as proposing alternatives of solutions in accord with the ambient midway. The results of work proved that potentialities, knowledge, experiences and alternatives of solutions to develop an environmental step more efficacious and to achieve a Cane Agriculture plus agroecológica exist, efficient, sustainable and competitive. Serve besides, like tool of work with alternatives of solutions to contribute to mitigate the processes of environmental contamination and degradation of the agricultural ecosystems provoked by Agroindustry, as well as mitigating the impacts of the climatic changes and promoting the promotion of an adequate Half Environmental Education of his actors with related subject matters, a bigger application and sostenibilidad of the scientific achievements and the Technique.

Key words: Step, environmental, contamination, degradation, ecosystems, agroecológica.

Introducción

El sector azucarero, juega un papel protagónico en las tareas de protección del medio ambiente por la gran extensión de suelos que ocupa y su industria ser la responsable de una parte importante de la contaminación originada en los ecosistemas; por lo que es necesario que posee una estrategia ambiental, que proponga metas y acciones con vistas al desarrollo sostenible, sin comprometer las futuras generaciones como tarea de primer orden.

Los residuales de la agroindustria azucarera y sus derivados cuando se manejan inadecuadamente constituyen fuentes de alto nivel de contaminación ambiental por su contenido de materias orgánicas; por otra parte son beneficiosos en el proceso de producción por cuanto contienen cantidades apreciables de nitrógeno, fósforo y potasio y otros nutrientes, útiles para el crecimiento y desarrollo de las plantas; constituyen valiosos recursos para regar y fertilizar la caña de azúcar.

La incorporación de una Cultura Medio Ambiental en los procesos productivos de la agroindustria tiene el propósito de prevenir, reducir, aplicar alternativas de soluciones y finalmente eliminar los impactos negativos que estos causan al medio ambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre los cuales se sustenta la producción de bienes y servicios.
Todo lo expresado anteriormente permite formular que el problema fundamental que motivó la realización del trabajo, fue la necesidad promover una Cultura Medioambiental a partir conocimientos, experiencias, realidades y alternativas de soluciones existentes, para disminuir los impactos negativos en los ecosistemas. De lo anterior se derivó el objetivo del trabajo:

Objetivo ambiental general

Exponer conocimientos y experiencias sobre Gestión Medio Ambiental, así como proponer alternativas de soluciones en armonía con el medio ambienta, para contribuir a mitigar los procesos de contaminación y degradación de los ecosistemas, provocados en algunas medidas por los procesos productivos de la Agroindustria Azucarera,

Métodos y procedimientos utilizados.

- Revisión bibliográfica, recepción y análisis de informaciones primarias, observaciones relacionados con la gestión medio ambiental y muestreos de ecosistemas agrícolas.
- Valoración de la situación actual del Manejo Agroecológico de los sistemas de producción; valoración de los niveles de contaminación y proceso de degradación de los suelos, provocado por el deficiente manejo de residuales agroindustriales y su posible utilización en la producción de caña.
- Se realizaron encuestas y conversatorios con obreros, técnicos, especialistas, cuadros y dirigentes para conocer sus criterios, opiniones y sugerencias acerca de la situación actual y perspectiva de la agroindustria azucarera cubana en cuanto a gestión del medio ambiente.

Principales resultados.

Los impactos provocados por los Cambios Climáticos Globales en los ecosistemas agrícolas cañeros, son reflejados en las continúas modificaciones y alteraciones observados en el comportamiento del régimen de temperaturas y precipitaciones, lluvias ácidas, prolongadas sequías, en ocasiones inundaciones y procesos de degradación de los suelos; los cuales conducen al hombre a la búsqueda de caminos alternativos para lograr una Agricultura Cañera más eficiente y sostenibles, en este sentido, los conocimientos, experiencias y posibles alternativas aportados por la investigación fueron de las siguientes temáticas:

- Experiencias sobre Manejo Agroecológico de los procesos de producción del cultivo de la caña, el Uso, Manejo y Conservación de Suelos, a través de la rotación, asociación e intercalamiento de cultivos (siembra intercalada, Cultivos mixtos, cultivos en franjas y cultivos de relevos) de frijol, ajonjolí, soya y maní en las áreas de producción de caña y en los cultivos varios el boniato, yuca, calabaza, ñame, frijol, garbanzo, maíz, tomate, fruta bomba, melón, guayaba, quimbombó y aguacate. En cuanto a manejo y recuperación de suelos desechados del fondo de tierra de caña, se realiza la descompactación del suelo con implemento agrícola utilizando un cincel como órgano de corte, sin inversión del prisma del suelo, en una primera etapa la aplicación de estiércol vacuno incorporado con la preparación del suelo; posteriormente, en el primer año la elaboración y aplicación de 75% de compost + 20 % de tierra fértil + 2% de humus de lombriz y microorganismos eficientes en el fondo de los surcos; en una tercera etapa la aplicación combinada de compost + humus con dosis variadas: en las viandas 3+4 Kg/m2; a las hortalizas 2+2 Kg/m2; a los frutales 4+3 Kg/m2 y los cítricos 5+3 Kg/m2. Se han logrado incremento de los rendimientos agrícolas en la producción de cultivos varios 3,1 veces superiores al logrado en áreas del entorno sin recibir ese beneficio y en el cultivo de la caña alrededor de 11,2 Tn/Ha, que representan un ingreso promedio a la economía de los productores de $1711,3 pesos/ha cosechada. Resultados similares demostraron: Álvarez. A. 1995; Bouza, H., G. Serba, R. Villegas, E. Berra, 1996; Noa, H. 1982; (ICIDCA-ONUDI-GEPLACEA, 1985) e (INICA. 1996).

- Experiencias en las aplicaciones de (bioproductos) microorganismos promotores de la descomposición y aprovechamiento de los residuos de cosecha, tales como cepas de Hongos Trichoderma y Paecilomyce, así como cepas de bacterias Azetobacter y Azospirillum. Con la Cepa INICA-8 de Azospirillum sp, los retoños han respondido con diferentes magnitudes y altos niveles de sustitución de fertilizantes minerales y los incrementos medios por producciones adicionales de caña están en orden aproximado a 20%, cuando se inocularon dosis en el rango 80 a 100 L/ha del biopreparado. Resultados similares fueron informados por: Dobereine J. 1992; Montero et al., 2001; Kaytama y Marsumara, 1993; Esposito y Da Silva, 1998.

- Con la elaboración y aplicación de Abonos Orgánicos utilizando bagazo, cachaza, ceniza, residuales líquidos y de la cosecha, se han logrado incremento de los rendimientos agrícolas de la caña entre 5 y 8 Tn/ha, que pueden equivaler a ingresos económicos superiores a $ 1200,0 pesos/ha. Con la aplicación de10Tn/Ha de cachaza + bagazo + ceniza, se ha logrado aportar anualmente como nutrientes al suelo alrededor de 54 kg/ha de Nitrógeno, 46 kg/ha Fósforo y 14 kg/ha Potasio; con esa dosis de aplicación se ha obtenido alrededor de 15 % de rendimiento adicional en relación con lo que se obtenía utilizando sólo fertilizantes minerales. Las dosis recomendadas con criterio de expertos tienen por base resultados alcanzados en 2 décadas de estudios. Con el volumen de residuales que producen las industrias cubanas, empleando dosis de compost de 10 t/ha, se pueden atender 73 574 ha de tierras, y se evita la fertilización irracional que tanto afecta al medio ambiente y el incremento de los costos de producción; contribuyendo además, a mantener el equilibrio biológico del suelo y autorregulación de los ecosistemas. Estos resultados corroboran los informados por: Lamelas, C., J. Pérez, J., 2005.

- Experiencias en el Manejo Integrado de Malezas como concepción actual de la Agricultura de Conservación, lo que ha contribuido en la reducción del consumo de producto químicos al 50%, lograron disminuir el costo de las atenciones culturales en un promedio de $25,8 pesos/Tn de cañas cosechadas e incremento de los rendimientos agrícolas en alrededor de 2,3 Tn/ha.(Díaz-Casas, F. 1996, en sus resultados de trabajos sobre manejo integrado de malezas en caña de azúcar.

  Los conocimientos son cada vez mayores sobre el impacto nocivo que el uso reiterado de determinados métodos de control, ejercen sobre el ambiente y la resistencia de las malezas; por lo que una tarea priorizada en la Agricultura Cañera ha sido contribuir a la búsqueda de manejos más integrales, a través del uso racional de prácticas culturales, químicas, mecanizadas y manuales. Las alternativas más implementadas en este sentido han sido el uso de distancias de plantación y densidades de yemas que favorezcan altas poblaciones de tallos y el cierre temprano del campo, una forma poco costosa y sin impacto ambiental para controlar malezas; dejar sobre el suelo como cobertura muerta la biomasa foliar de la cosecha que además de proteger al suelo de los efectos de los rayos solares, inhibe la germinación de generaciones de plantas indeseables lo que reduce el índice de labores agrotécnicas; el uso de variedades precoces, de crecimiento explosivo y tolerantes a herbicidas, entre otras.leo de desyerbes mecanizados al camellón en combinación con aplicaciones de herbicidas en bandas o labores manuales al surco; tratamientos pre emergentes totales en las cañas nuevas, así como el empleo de herbicidas en condiciones de cobertura de residuos o arrope como alternativas novedosas de control integrado de malezas. **Resultados similares ha informado:** Díaz-Casas, F. 1996**.**

- Experiencias cubanas en la aplicación de Colección de Cultivos Microbianos que favorece el crecimiento de las plantas de caña de azúcar, observándose una respuesta altamente significativa de la cepa 8-INICA y La aplicación de B. baasiana en el campo logró disminuir 43,7% de las larvas vivas de D.sacharalis con incrementos significativos en los rendimientos y efectivo manejo agroecológico. (Pérez, 2002 y Lamelas y col., 2006) y (Estrada col., 1997).

- Experiencias en el uso de Bioestimulante en cultivo caña de azúcar conocido como FITOMAS, que en muchas unidades productoras ha contribuido en el incremento de los rendimientos agrícolas del

cultivo de la caña en valores hasta un 8% con un promedio de dos aplicaciones, equivalente a 3,5 Tn/ha; en las áreas que recibieron de 3-4 aplicaciones se lograron hasta valores de 5,6 Tn/ha que aportan a la economía de los productores un ingreso superior a $ 851,0 pesos/ha cosechadas; resultados que han sido pronosticados por: Pérez y Casa, 2005; INICA 2000; Lamelas y col., 2006 y (Estrada col.,1997.

- Experiencias cubanas en la aplicación de Bioplaguicidas como alternativas para una Agricultura de Conservación Sostenible; como El VERTICID obtenido mediante la fermentación sumergida del hongo Lecanicillium spp, en medio compuesto por miel final de caña y fosfato bibásico de amonio; donde Las pruebas de extensión realizadas en áreas de cultivos de tomate, pimiento, quimbombó, y fruta bomba mostraron un porcentaje de efectividad de 95-97 sobre las plagas ensayadas y el NEMACID que es un producto en polvo, constituido principalmente por proteasas alcalinas, se obtiene a partir de los efluentes de la producción del VERTICID mediante evaporación y secado en presencia de sulfato de amonio. Los resultados de evaluaciones realizadas mostraron que el NEMACID produjo una reducción considerable en el grado de infestación y 95% de efectividad para todos los cultivos ensayados, con rendimientos superiores e incremento de producción entre 30 y 40% respecto a los cultivos sin tratamientos. Estos resultados son similares a los demostrados por Vázquez, L. L ,2003; Shah y Pell, 2003; y Laverlam ,S. A, 2008.

Conclusiones

1. Los resultados del trabajo demostraron que existen potencialidades y alternativas de soluciones para desarrollar una gestión medioambiental más eficaz y lograr una Agricultura Cañera más agroecológica, eficiente, sostenible y competitiva.
2. Para lograr una Agricultura Cañera más ecológica y sostenible, es imprescindible una mayor Educación Medio Ambiental en los actores directos a la producción, así como una mayor aplicación y sostenibilidad de los logros de la Ciencia y la Técnica.

Referencia Bibliográfica.

1. Álvarez. A. 1995; Bouza, H., G. Serba, R. Villegas, E. Berra, 1996; Noa, H. 1982; ICIDCA-ONUDI-GEPLACEA, 1985 e INICA. 1996: Sobre Manejo Agroecológico de los procesos de producción del cultivo de la caña, el Uso, Manejo y Conservación de Suelos, a través de la rotación, asociación e intercalamiento de cultivos.
2. Casa, F. 2005; Pérez, J. 2005; INICA, 2000; Estrada col., 1997. Cuba: Uso de Bioestimulante en cultivo de la caña de azúcar.
3. Dobereine J. 1992; Montero et al., 2001; Kaytama y Marsumara, 1993; Esposito y Da Silva, 1998: Aplicaciones de (bioproductos) microorganismos promotores de la descomposición y aprovechamiento de los residuos de cosecha.
4. Díaz-Casas, F. 1996.: Manejo integrado de malezas en caña de azúcar. Rev. Cuba & Caña. Cuba.
5. Lamelas y col., 2006; Pérez, J., 2002 y Estrada col., 1997. La Habana, Cuba: Colección de Cultivos Microbianos del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de azúcar ,2005. Cuba.
6. Pérez, N; Lamelas, C., J.: Hacia una agricultura Agro-Ecológica: Un cambio necesario, 2005. La Habana, Cuba).
7. Pérez, J. M. E. Estrada: Colección de Cultivos Microbianos del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de azúcar ,2005. Cuba.
8. Vázquez, L. L 2003; Shah y Pell, 2003; Laverlam, S. A, 2008: Aplicación de Bioplaguicidas como alternativas para una Agricultura de Conservación Sostenible.
1. Valdez, Valdez, Orestes: La educación medioambiental en el sistema Educacional Cubano. La Habana. Editorial. Pueblo Y Educación, 1996. Cuba.

A PROCESS FOR PURIFICATION OF SUGAR FACTORY CONDENSATES AND EFFLUENT USING ELECTRO-COAGULATION TECHNIQUE

UN PROCESO DE PURIFICACIÓN DE LOS CONDENSADOS Y EFLUENTES DE UNA FÁBRICA DE AZÚCAR EMPLEANDO LA TÉCNICA DE ELECTRO-COAGULACIÓN

Mohan Narendra*, Paroha Seema, Yadav Mahendra & Maurya. S.Vijay
National Sugar Institute, Kanpur, U.P. India
e-mail - director.nsi@gov.in

ABSTRACT-
This Study aims the use of electro-Coagulation followed by Carbon & ion- exchange process for treatment of sugar factory condensates and waste water . In this paper various parameter of electro-coagulation such as current density, pH were studied with respect to COD reduction, Colour ,TDS, power consumption and electrode consumption. The COD removal efficiency of electro-coagulation without ion exchange process was between 65% to 75% while passing the treated water from EC unit through carbon and Ion Exchange the COD reduction was found to much higher between75% to 89%. All the experimental and pilot plant trial results at factory sites indicated that Electro-coagulation treatment followed by Ion-exchange were very effective and capable of elevating sugar factory condensate and waste water quality up to the reuse standard of sugar factory.
Key words - Electro-Coagulation, Condensates, Effluent, COD & Electrode

1-INTRODUCTION:-

In India Sugar factories consumes huge fresh water from available sources during processing of sugarcane in various unit operations to produce sugar. At present about 528 sugar factories are in operation whose capacities vary from 1250 TCD to 16000 TCD. It is estimated that these sugar factories consume approximate 195 million tonnes of fresh water per annum for all its needs. Sugarcane itself contains about 70 % water which envisages huge potential not only to totally stop fresh water intake to the extent of zero fresh water requirement but also to produce surplus water which can be used for other useful purposes like potable water and can be an another by-product to generate revenue to make sugar factories more self –reliant and sustainable. The main aim is to elevate the surplus condensate and waste water quality upto standard of fresh water. So as to minimize the fresh water requirement and to reduce the discharge.

Electro-coagulation is a process consisting of generation of metallic hydroxide flocs within the waste water by electro-dissolution of soluble anode usually made of iron or aluminium. In past decades this technology has been increasingly used for treatment of industrial waste water[1,2].Electro-coagulation may be coupled with other advance oxidation process such as electro-fenton's[3],ozonation[4],UV[5,].So a model electro-coagulation unit is made for laboratory study as well as for factory trial in sugar factory. This electro-coagulation unit is coupled with carbon column and ion – exchange column.

Mechanism of Electro-coagulation:-

During EC process, anode produces coagulating agent to dose the wastewater while gases are generated at cathode end. General EC process involves three successive steps.

i. Formation of coagulants by electrolytic oxidation of anode
ii. Destabilization of the contaminants, particulate suspension and breaking of emulsions and
iii. Aggregation of the destabilized phases to form flocs.

In EC with electrical current flowing between two electrodes, coagulant is generated in situ by electrolytic oxidation of the anode material. With an iron anode, Fe(OH)n with n = 2 or 3 is formed at the anode.

Reaction for aluminium electrode:

Anode: $Al_{(s)} \longrightarrow Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$

Cathode: $3H_2O_{(l)} + 3e^- \rightarrow 3/2\, H_{2(g)} + 3OH_{(aq)}$

Al^{3+} and OH^- ions generated during the electrochemical reactions react to form various monomeric and polymeric species and transform into $Al(OH)^3$ according to the following reaction:

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3H2O_{(l)} \longrightarrow Al(OH)_{3(s)} + 3H^+_{(aq)}$$

Reaction for iron electrode:

(a) Mechanism 1 :

Anode : $Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2\, e^-$

$Fe^{2+}_{(aq)} + 2\, OH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{2\,(s)}$

Cathode : $2\, H_2O_{(l)} + 2\, e^- \longrightarrow H_{2\,(g)} + 2\, OH_{(aq)}$

Overall : $Fe_{(s)} + 2\, H_2O_{(l)} \longrightarrow Fe(OH)_{2\,(s)} + H_{2\,(g)}$

(b) Mechanism 2 :

Anode : $4\, Fe_{(s)} \longrightarrow 4Fe^{2+}_{(aq)} + 8\, e^-$

$4\, Fe^{2+}_{(aq)} + 10\, H_2O_{(l)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 4\, Fe(OH)_{3\,(s)} + 8\, H^+_{(aq)}$

Cathode : $8\, H^+_{(aq)} + 8\, e^- \longrightarrow 4\, H_{2\,(g)}$

Overall : $4\, Fe_{(s)} + 10\, H_2O_{(l)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 4\, Fe(OH)_{3\,(s)} + 4\, H_{2\,(g)}$

MATERIALS AND METHODS:

All the reagent used in analysis were of analytical grade. Iron electrode was made from commercial available 2mm thick mild steel sheet and aluminium electrode was made from commercially available 2mm thick sheet having 99% purity. For ion-exchange resin cross linked polystyrene bead resin, which are commercially available as amberlite IR 120 and Amberlite IRA 400 were used. Carbon column was made by using granulated carbon having iodine value of 2000.

- **Electrochemical cell:**

For laboratory study electrolysis cell consist of a 500 ml glass beaker with provision to fit anode and cathode. But for factory trial a setup is made having tank of 20L capacity and 20 electrode of dimension 100 mm x 100 mm x 2 mm fitted in the electro-coagulation unit .And both laboratory and factory trial are carried with a power supply of 20 A and 24t Volt.

- **Ion exchange experiment setup:**

For laboratory study ion exchange column were made from two PVC pipe of length 40 cm and 2.5 cm diameter. Cationic column filled with 80 ml of cationic resin and anionic column filled with 80 ml of anionic resin. And flow rate of 20 ml/min is made by peristaltic pump. And for factory trial two column of 30 L capacity having 15 L of resin in each column.

- **Carbon column:** For laboratory study carbon column were made from PVC pipe of length 40 cm and 2.5 cm diameter. And Cationic column filled with 80 ml/133 gm of carbon. And flow rate of 20 ml/min is made by peristaltic pump. And for factory trial two column of 30 L capacity having 15 L /25 kg of carbon in column.
- **Experimental Procedure:** The present study involved three major process:

a) Electro-coagulation with iron or aluminium electrode.
b) Passing treated water from electro-coagulation to carbon column.
c) Passing treated water from carbon column to ion-exchange column.

Electro-coagulation was carried under different values of current density and pH and the characteristic of waste water and treated water like COD, pH, Conductivity, TDS, TSS and BOD were recorded.

RESULT AND DISCUSSION:

Electro-coagulation of waste water was carried with iron electrode and aluminium electrode under four different value of current density and pH. And various parameter like COD , BOD, TSS, pH, Conductivity etc. which impart qualitative characteristic to water have been recorded.

Laboratory trials were done at different current density. So as to estabilish effect of current density on COD, BOD, TSS, etc. Laboratories experiment are conducted at four different current density which were 2.5mA/cm^2, 5.0mA/cm^2 7.5mA/ cm^2 10 mA/cm^2 .

.

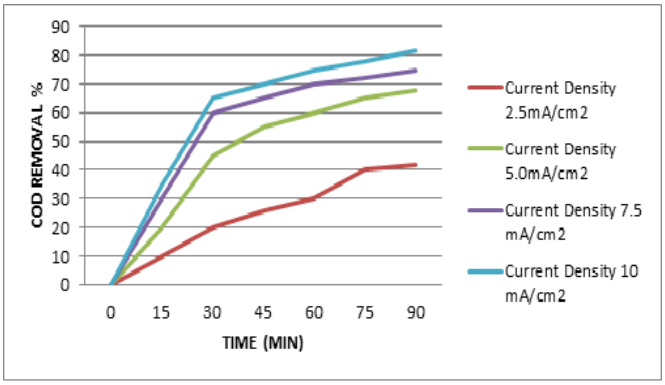


Fig-1.,COD REDUCTION BY ALUMINIUM ELECTRODE

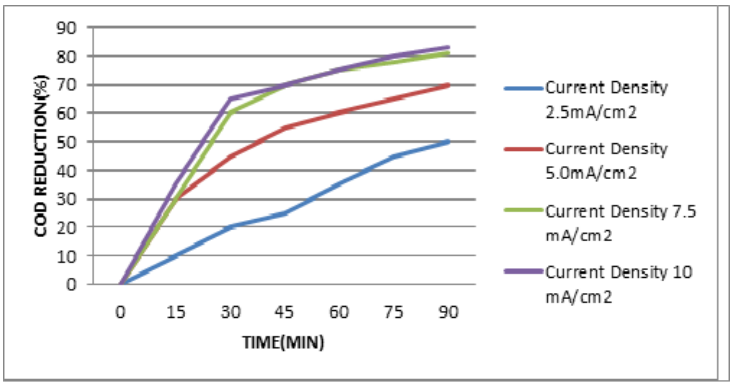


Fig-2., COD REDUCTION WITH IRON ELECTRODE

During electro-coagulation experiment it was found that approx 50 to 65 percent of COD reduction was observed within 25 to 40 min of experiment afterward plateau in graph is observed. which shows very slow reduction in COD with respect to time. Aluminium electrode show maximum COD removal of 81% and iron shows maximum of 83% at 10mA/cm^2 of current density.

Effect of pH on COD removal:

pH has a very pronounced effect in electro-coagulation. For efficient removal of COD right pH value is indeed requirement of Electro-coagulation.

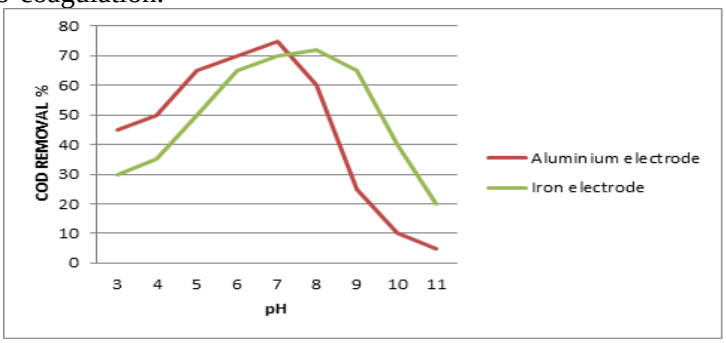


Fig-3 Relation of electrode material and pH on COD removal

Above result were obtained after carrying out electro-coagulation using iron as well as aluminium electrode for pH 3,4,5,6,7,8,9,10,11.Equipment was run for 45 min at 10mA/cm^2.pH of waste water was adjusted by using hydrochloric acid and sodium hydroxide.

It was found aluminium electrode give its best result between 6 to 7 pH and iron give its best COD reduction between 6 to 8 pH and its efficiency diminished after pH 9 But this drop in COD removal efficiency is less steep than aluminium. So at higher pH iron is more efficient than aluminium for COD reduction.

Effect of Carbon and ion Exchange column on COD removal during factory trail

Result displayed under this heading was based on data collected from factory trial by the module which were found to be at par with the data observed in laboratory trial.

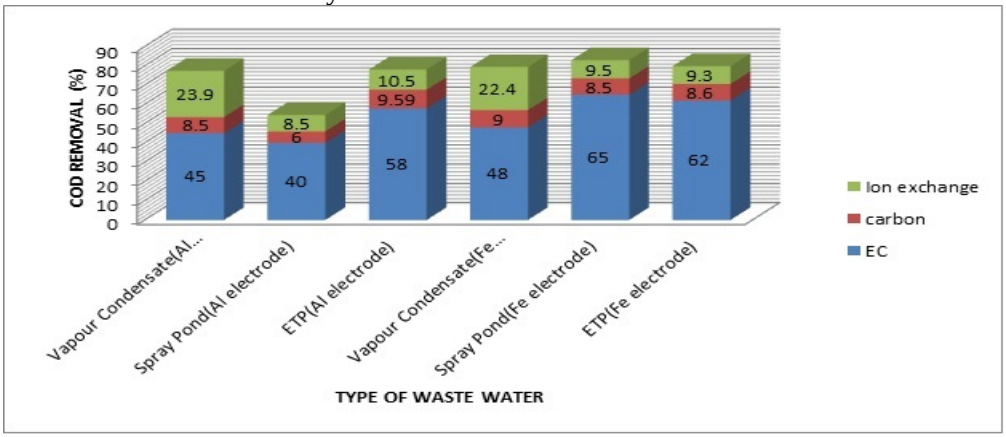


Fig 4- Reduction of COD (%) in vapour condensate, ETP inlet and Spray Pond water by using module

In Fig COD removal in spray pond water by aluminium electrode is inferior to iron electrode. This happens due to presence of sulphide in spray pond water.

Table I. -Factory Trial conducted at Dalmia Sugar, Rampur, India and the summarized data are as follow:

S.No	**Particular**	**TDS (ppm**	**COD (ppm)**	**BOD (ppm)**	**TSS (ppm)**	**Conductivity (µs/cm)**	**pH**	**Silica as SiO_2**	**Total Hardness as $CaCO_3$ (ppm)**
1	1st vapour condensate	190	244	125	30	480	7.1	1	209
2	After electro-coagulation	240	153	61.2	640	23	7.4	…..	…..
3	After passing through AC & IER	17	40	16	13	44	7.2	0.04	15
4	2nd vapour condensate	250	272	108	35	650	3.2	1.8	272
5	After electro-coagulation	295	145	58	767	35	7.1	…..	…..
6	After passing through AC & IER	18	63	25.2	14	46	7.15	0.05	13
7	Common condensate	210	362	144	45	546	6.15	2.1	240
8	After electro-coagulation	260	160	64	676	25	7.3	…..	…..
9	After passing through AC & IER	17	83	33.2	45	14	7.2	0.07	17
10	ETP inlet	1750	1627	650.8	4550	1230	5.4	…..	…..
11	After electro-coagulation	1890	467	186.8	4910	150	7.2	…..	…..
12	After passing through AC & IER	380	191	76.4	1400	25	7.2	…..	…..
13	Spray Pond	2980	969	387.6	4976	1570	7.3	…..	…..
14	After electro-coagulation	3100	298	119.2	8050	160	7.5	…..	…..
15	After passing through AC & IER	740	133	53.2	1950	28	7.3	…..	…..

Where “AC” and “IER” stands for activated carbon and ion-exchange resin.

CONCLUSION:

The treatment systems consist of electrocoagulation followed by carbon and ion-exchange column. The electrochemical treatment method was effective for treatment of sugar factory condensate and. effluents In electrocoagulation process, maximum COD removal of about 81% (10mA/cm^2) with aluminium electrode and 83% was achieved with iron electrode (10mA/cm^2) .While on factory trial electrocoagulation with combination of carbon and ion exchange column total COD reduction found 83.6% for vapour condensate, 88.2% for ETP ,86.27 for spray pond water with pier consumption value varies from 1kWh/1000Lt to 1.40kWh/1000Lt and the value of pH ,TDS, conductivity all lies in the range of fresh water. Increase in the current density increases the power consumption. Hence, the optimization of energy consumption of the treatment methods studied, the maximum COD approx 80% (0.25 mA/cm^2 to 5.0 mA/cm^2) with minimum energy consumption could be achieved at electrocoagulation using iron electrode. Thus treatment of sugar factory condensate with electro-coagulation followed by ion exchange result into the effluent having characteristic like COD, BOD, TSS, TDS ,pH in the range of fresh water. So this condensate effluent may be used in place of fresh water for boiler water makeup. Also the waste water from spray pond and ETP can also be treated with electro-coagulation such that the resulting effluent having characteristic like COD, BOD, TSS, TDS ,pH in the range of CPCB norms. So that it may be used for irrigation purpose or may be disposed safely into water/land bodies.

REFERENCE

1-] K. Scott, Electrochemical Processes for Clean Technology, University of Newcastle upon Tyne, London, 1995

2-] K. Rajeswar, J.G. Ibanez, G.M. Swain, Electrochemistry and environment, J. Appl. Electrochem. 24 (1994) 1077.

3-]Rimeh Daghrir, Patrick Drogui Coupled electrocoagulation–electro-Fenton for efficient domestic wastewater treatment, Environmental Chemistry Letters ,June 2013, Volume 11, Issue 2, pp 151-156

4]-S. Liakou, S. Pavlou, G. Lyberatos, Ozonation of azo dyes, Water Sci. Technol. 35 (1997) 279–286.

5-]I. Arslan, I. Akmehmet Balcioglu, Degradation of commercial reactive dyestuff by heterogeneous and homogeneous advanced oxidation processes: a comparative study, Dyes Pigments 43 (1999) 95–108

EFECTO DE LA MEZCLA CACHAZA-VINAZA EN EL RENDIMIENTO DE METANO Y LA ESTABILIDAD DEL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA
EFFECT OF THE PRESS MUD-VINASSE BLEND ON THE METHANE YIELD AND THE STABILITY OF THE ANAEROBIC DIGESTION PROCESS

Autor (es): López-González, L. [1]*, Pereda, I. [2], Romero, O. [1].
Afiliación del autor (1. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS). Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI). Avenida de los Mártires 360. CP 60100, Sancti Spíritus, Cuba.
2. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Cujae). Centro de Estudio de Ingeniería de Procesos (CIPRO). Calle 114 No. 11901 e/ Rotonda y Ciclovía. Marianao. CP 19390, La Habana, Cuba.)
* e-mail (*lisbet@uniss.edu.cu*)

RESUMEN

En el trabajo se estudió la digestión anaerobia de la Cachaza (C) y su codigestión con Vinaza (V). El experimento se realizó en reactores de tanque agitado a 35 °C. La carga orgánica volumétrica (COV) se aumentó paulatinamente cada 21 días, desde 0,5 hasta 2,2 kg SV m^{-3} d^{-1}. El rendimiento de metano fue superior para los reactores en codigestión con los valores superiores para COV de 1,8 y 2,2 kg SV $m^{-3}d^{-1}$, con rendimientos de metano de 368 y 365 L CH_4 kg^{-1} SV, respectivamente. La estabilidad del proceso de digestión de la cachaza decreció con el incremento de la COV, con una caída significativa del rendimiento de metano a 1,8 kg SV $m^{-3}d^{-1}$ y una inhibición parcial de las archaeas metanógenas a 2,2 kg SV $m^{-3}d^{-1}$. La codigestión de cachaza y vinaza es una buena opción para el tratamiento de estos residuos de la industria azucarera-alcoholera.
PALABRAS CLAVE: Codigestión, vinaza, cachaza

ABSTRACT

The anaerobic digestion of sugarcane press mud and its co-digestion with vinasse were investigated. The experiment was carried out in three continuous stirred tank reactors at 35 °C. The organic loading rate (OLR) was increased slowly since 0.5 up to 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$ every 21 days. Higher methane yields were found for co-digestion with maximum OLR values of 1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$ and 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$. Methane yields of 368 and 365 L CH4 kg^{-1} VS, respectively, were obtained under those conditions. An OLR increase for the press mud in mono-digestion decreased the process stability with a significant fall of methane yield to 1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, and a partial inhibition of the methanogenic archaeas to 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$. The co-digestion of vinasse with press mud is a good option for streams treatment at the alcohol-sugar industry.
KEY WORDS: Co-digestion , vinasse, press mud

INTRODUCCIÓN

During the production of sugar and ethanol from sugarcane as feedstock, different types of organic wastes are generated and are inappropriately managed. A major residue of the sugar production is press mud, the residue from cane juice filtration produced at an average of 35 kg per ton of milled cane. The most generalized use of press mud is as a fertilizer/soil improver directly applied on the fields or after composting. However, due to difficulties with its transportation and soil capacity, higher amounts of press mud are left in piles and its drainage causes the pollution of nearby water bodies. On the other hand, vinasse, main residue of alcohol production, is generated in volumes between 9 and 14 litres per litre of ethanol obtained (Christofoletti et al., 2013). Vinasse has been reported to be used for irrigation and fertilization due to its high nutrient (N, P, K) and organic matter content (Christofoletti et al., 2013). However, these nutrients may cause environmental degradation if are over-applied to crops, or if the vinasse is discharged into surface or marine waters (España-Gamboa et al., 2012; Wilkie et al., 2000). The co-digestion of both substrates could

be an alternative to complement macro-and micronutrient equilibrium, moisture balance and/or dilute inhibitory or toxic compounds. Therefore, it was screened if the co-digestion of two major by-products from sugar cane processing could be a novel process route for the industry. The objective is to evaluate the effect of the press mud and vinasse co-digestion in terms of methane yield and stability of the process.

.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fresh press mud and vinasse were provided from ‘‘Melanio Hernández’’ Sugar Mill and annex distillery (Sancti Spiritus, Cuba). Press mud was stored in plastic bags at 4 °C until use. Press mud contained 27.7 % and 22.4 % of dry matter (DM) and organic dry matter (ODM), respectively. Vinasse (5.6 % of DM and 4.1 % of ODM, on fresh matter) was collected, cooled and kept at -20 °C.

Semicontinuo experiments were carried out over a period of about 16 weeks in three mechanically stirred reactors with a digester volume of 50 L. A constant temperature of 35° C was maintained by an electric heating. All reactors were operated in a daily fill and draw mode and mixed slowly at a speed of about 40 revolutions per minute for 20 minutes in every hour. For the start-up, all bioreactors were inoculated with anaerobically digested manure from a Biogas plant. To avoid inlet and outlet pipes from clogging, inoculum was sieved prior to inoculation in the reactors.

One reactor was fed with press mud, blended with tap water to keep the total solids around 6%, the others two were fed in a co-digestion system with press mud (25%) and vinasse (75%) on Chemical Organic Demand (COD) percentage basis, according to results previously obtained on batch tests (not published). Detailed information about the different feeding rates, OLR and HRT are listed in Table I.

Table I. Major reactor parameters along of the experiment.

Weeks	1-3		4-6		7-9		10-12		13-16	
Parameters	MonD	CoD	MonD	CoD	MonD	CoD	MonD	CoD	MonD	CoD
$g_{\text{press mud}}$	100,4	27,7	200,9	58,5	301,3	86,0	361,6	103,0	442,0	128,0
g_{vinasse}		379,2		848,0		1180,0		1435,0		1740,0
g_{water}	351,6		703,1		1054,7		1265,6		1546,9	
OLR	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,8	1,8	2,2	2,2
HRT	99,6	104,3	49,8	49,6	33,2	35,4	27,7	29,4	22,6	24,1

MonD: Mono-Digestion, CoD: Co-Digestion
OLR (g VS $L^{-1}d^{-1}$), HRT (days)

The biogas produced was measured daily using a multi-chamber rotor gas meter (*Ritter TG1/5, Germany*) and corrected to standard temperature and pressure conditions (273.15 K and 101.325 kPa) The composition of the produced biogas (CH_4, CO_2 and O_2) was analysed with a gas analyser (PRONOVA SSM 6000, Germany). The specific biogas production and the methane yield were presented in norm milliliters per g of VS (NmL gVS^{-1}). Three days per week pH was measured immediately in fresh digestate of each, and once a week fresh digestate samples were taken to determine TS, VS and N-NH_4^+, a subsample was centrifuged at 6 000 rpm during 20 min and supernatant liquid was used after filtration to subsequent analysis. Filtered samples (20 mL) were used for the determination of the volatile fatty acids (VFA) and total inorganic carbonate ratio (VFA/TIC, g VFA/g $CaCO_3$) by titration with 0.1 N H_2SO_4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

The anaerobic digestion process in co-digestion showed more stability than that of press mud in mono-digestion (Fig. 1). The ratio VFA/IA for press mud in co-digestion with vinasse was an average of 0.2, what

proves that it is possible to increase the organic load of the reactor, but with a higher proportion of press mud in the mixture, aiming at working at HRT>20 days, what is advisable for CSTRs. The pH was between 7.3 and 7.6 all throughout the assay for a proper development of the experiment.

The best methane yield for the studied mixture ratio (V_{75}:P_{25}, based on COD; equivalent to a mixture V_{73}:P_{27}, based on VS), showed the best results for an OLR equal to 1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$ and 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, with HRT of 29 and 24 days respectively. Average methane yields of 368 and 365 L CH_4 kg^{-1} VS, and average biogas productivities of 1.4 and 1.6 L L^{-1} reactor, respectively, were obtained under such conditions. This increase was a 64% higher in comparison to press mud in monodigestión.

The methane yield in co-digestion was 13% higher than expected, according to the methane yields obtained in mono-digestion from press mud and vinasse, and the content of VS provided in the mixture by each. The synergetic effect of the mixture are mainly attributed to more balanced nutrients (sulphur, potassium, nitrogen), lower total solids accumulation (as the major proportion of COD_{fed} was provided by vinasse), and an increased buffer capacity due to a faster hydrolysis rate.

For the press mud in mono-digestion, the methane yield decreased to OLR higher than 1.5 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, with a significant fall of methane yield to 1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, and a partial inhibition of the methanogenic archaeas to 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$.

The rate VFA/IA was 0.2 for OLR of up to 1.5 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, and increased to 0.4 at OLR=1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$. For these loads the pH kept in the optimal rank for an AD process, due to the buffering capacity provided by the bicarbonate, and by the ammonium formed during the degradation of proteins. Likewise, the CH_4 content was between 56-61 % for OLR of up to 1.5 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, with a fall to 53% for OLR=1.8 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, with a HRT of less than 30 days. For a OLR of 2.2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$, the pH was 7.0 during the first week, but in the second week it underwent a drastic fall to 5.9. As a result, the methane yield decreased from 80.5 L $kgVS^{-1}$ to 36.3 L $kgVS^{-1}$, and the CH_4 content decreased from 50 % to 39%.

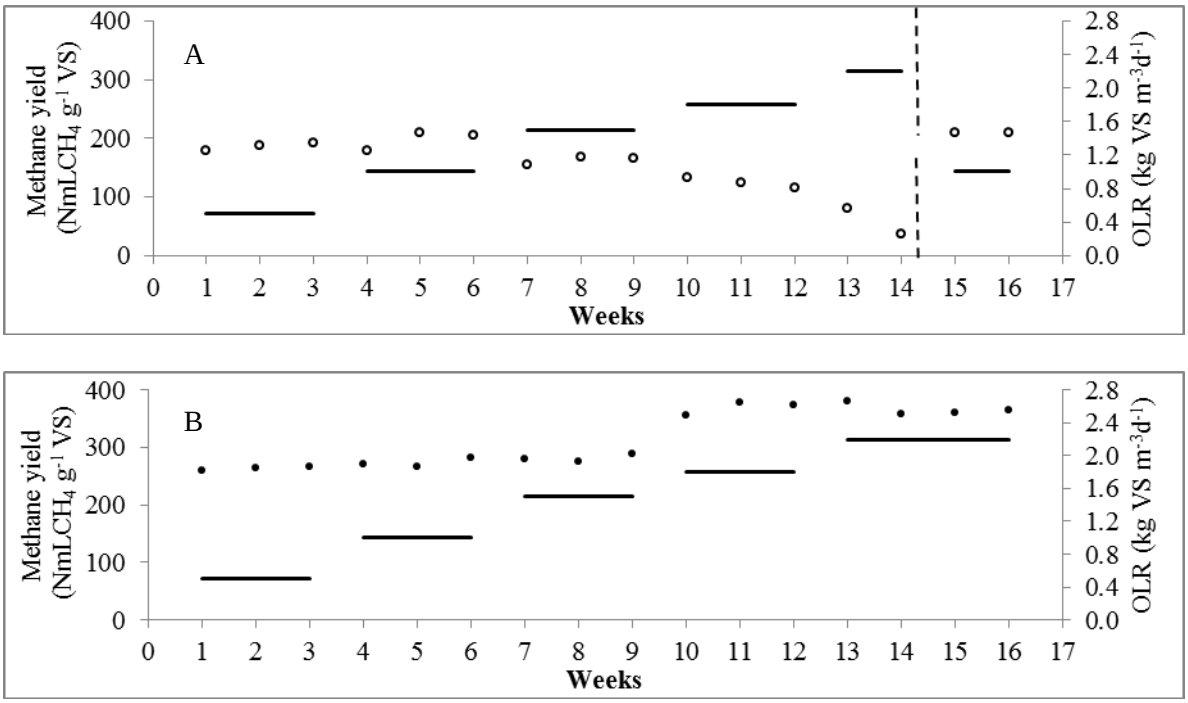


Fig.1. Methane yield and organic loading rate in course of time for press mud in monodigestion (A) and co-digestion with vinasse (B).

This should have been caused by a high accumulation of VFA and the low buffer capacity of the system, with a relation VFA/IA during the failure days of 3.7 (VFA=2,332 mg L^{-1} and IA=625 mg L^{-1}). The low

content of $N\text{-}NH_4^+$ during this load did not contribute either with a buffer capacity, which could have justified a higher stability in the face of the VFA concentration increase. It is known that a pH fall below 6.6 adversely affects the methanogenic activity, while a pH of 6.2 becomes toxic, as it happened in this case. The production of acid, however, remains at that pH. The acidogenic microorganisms can continue their production of acids at 4.5-5.0 (Chandra et al., 2012). After dosing NaOH 6N to the reactor and stopping feeding for 21 days, the process gradually recovered.

Experiences in semi-continuous with vinasse and press mud in co-digestion were not found in the literature consulted. The semi-continuous study of press mud mono-digestion, and its co-digestion with bagasse, was reported by Janke et al. (2016). During the mono-digestion experiment it was possible to work with OLR of up to 3 kg VS $m^{-3}d^{-1}$. Nevertheless, in this case the inoculums used was a mixture of several digestates obtained in various discontinuous tests at lab scale adapted to the substrate press mud, what made it possible to begin at a high OLR (2 kg VS $m^{-3}d^{-1}$) and to achieve an appropriate development of the anaerobic digestion process, according to methane yield values of 278 mL gVS^{-1}, similar to those obtained in discontinuous tests (Leite et al., 2015). When the reactors were inoculated with cow manure for the co-digestion experiments, the process had some instabilities and the yield was 50% lower than that of press mud in mono-digestion.

CONCLUSIONS

The co-digestion of press mud with vinasse enhanced the methane up to 64 % in comparison to press mud in monodigestion. The maximum values for methane yield were 13 % higher than methane yield expected according to methane yields obtained in monodigestion for vinasse and press mud and its proportion in the mixture. Therefore, the co-digestion of vinasse with press mud is a good option for streams treatment at the alcohol-sugar industry.

REFERENCES

1. Christofoletti, C.A., Escher, J.P., Correia, J.E., Marinho, J.F.U., Fontanetti, C.S., 2013. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. Waste Manag 33, 2752-2761.
2. España-Gamboa, E., Mijangos-Cortés, J.O., Hernández-Zárate, G., Maldonado, J.A.D., Alzate-Gaviria, L.M., 2012. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. Biotechnol Biofuels 5.
3. Wilkie, A.C., Riedesel, K.J., Owens, J.M., 2000. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. Biomass Bioenerg 19, 63-102.
4. Chandra, R., Takeuchi, H., Hasegawa, T., 2012. Methane production from lignocellulosic agricultural crop wastes: A review in context to second generation of biofuel production. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, 1462– 1476.
5. Janke, L., Leite, A.F., Nikolausz, M., Radetski, C.M., Nelles, M., Stinner, W., 2016. Comparison of start-up strategies and process performance during semicontinuous anaerobic digestion of sugarcane filter cake co-digested with bagasse. Waste Manag 48, 199-208.
6. Leite, A.F., Janke, L., Harms, H., Zang, J.W., Fonseca-Zang, W.A., Stinner, W., Nikolausz, M., 2015. Assessment of the Variations in Characteristics and Methane Potential of Major Waste Products from the Brazilian Bioethanol Industry along an Operating Season. Energy Fuels 29, 4022–4029.

TRATAMIENTO INTEGRAL PARA LA VINAZA PURA CON RECUPERACIÓN DE POTASIO
INTEGRAL TREATMENT FOR RAW VINASSE WITH POTASSIUM RECOVERY

Cabrera, A.[1*]; Pereda, I.[1]; Díaz, M.A[1]; Pérez, J.[1]; Veliz, E.[2]; Oliva, D.[3]; Zaiat, M.[4]

[1]Centro de Estudios de Ingeniería de Procesos (CIPRO), Facultad de Ingeniería Química, [2]Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), [3]Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, [4]Laboratório de Processos Biológicos- LPB Centro de Pesquisa, desenvolvimento e inovação em engenharia ambiental- CPDI-EA. Escola de Engenharia de São Carlos- EESC, Universidade de São Paulo- USP.
* e-mail (ania@quimica.cujae.edu.cu)

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el tratamiento de vinaza pura mediante una combinación de digestión anaerobia (DA), ozonización y, para recuperar parte del potasio, intercambio iónico empleando zeolita. En el proceso de DA se determinó el efecto de la carga orgánica volumétrica (Bv) sobre el rendimiento de metano (YCH_4) y la eficacia de eliminación de DQO (□DQO), siendo mejor a 10,23 $kg_{DQO}m^{-3}d^{-1}$ con TRH de 5 d y 85% de □DQO. Los efluentes anaerobios provenientes de la mejor Bv de la DA, fueron tratados a concentración de ozono en el gas de 70 mgL^{-1} con tiempo de contacto de 1 a 3 h, evaluándose la □DQO, □Color y □Turbidez obteniéndose 90,2, 96,1 y 99,4% respectivamente. La recuperación de potasio fue evaluada a partir de los efluentes biodigeridos (EB) y los biodigeridos + Ozono (EBO) obteniéndose capacidades de adsorción de 39 y 72 mgK g^{-1}Z con EB y EBO respectivamente.

PALABRAS CLAVES: digestión anaerobia, ozonización, recuperación de potasio, vinaza pura, zeolita.

ABSTRACT

The present research was aimed to evaluate the treatment of raw vinasse through a combination of anaerobic digestion (AD), ozonation and ionic exchange in order to recover part of the potassium. The effect of the organic loading rate (OLR) over the methane yield (YCH_4) and the efficiency in terms of the chemical oxygen demand removal (□COD) was estimated. The best results were obtained at 10,23 $kg_{COD}m^{-3}d^{-1}$ at 5 d of HRT with 85% of □COD. The anaerobic effluents from the best OLR in the AD were treated at ozone concentrations in gas of 70 mgL^{-1} at contact time of 1-3 h. The □COD, □Color and □Turbidity were evaluated with 90,2, 96,1 and 99,4% respectively. The postassium recovery was evaluated from biodigested effluents (BE) and biodigested+ozonated (BEO) obtaining adsorption capacity of 39 and 72 mgK g^{-1}Z treating BE and BEO respectively.

KEY WORDS: anaerobic digestion, ozonation, potassium recovery, raw vinasse, zeolite.

INTRODUCCIÓN

Las vinazas o mostos de destilerías cubanas se generan a razón de 12 a 20 L L^{-1} de etanol destilado y poseen una DQO que oscila entre 15 y 80 $kg_{DQO}\,m^{-3}$ y un valor de pH alrededor de 4 [1]. Además poseen color oscuro y altas concentraciones de sulfatos y potasio, este último en concentraciones con valores en el intervalo de 1,67 y 5 g L^{-1}. El impacto de la disposición de vinazas en cuerpos receptores ha sido un tema de mucha polémica en los últimos años [2]. Si bien es cierto que posee numerosas bondades para los suelos por el aporte como fuente de agua y nutrientes (NPK), también la dosificación inadecuada o la disposición en este y otros cuerpos receptores conlleva a problemas ambientales. En Cuba estudios realizados por Rosabal *y col.,* [3] muestran como principales efectos en los suelos cañeros; la disminución del pH del suelo, incrementos en la conductividad eléctrica (debido a las altas concentraciones de potasio) y en el contenido de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables a lo largo del perfil muestreado. Por otro lado la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [4] plantea que el uso de fertilizantes ($N+P_2O_5+K_2O$) se mantiene aproximadamente constante en los últimos años. Sin embargo se pronostica un sucesivo incremento de 1,6% anual. Por esta razón, para el año 2019 se espera consumir199 millones de toneladas. En Cuba solo en una destilería se tratan las vinazas por digestión anaerobia (DA), otras 4 utilizan las vinazas como materia prima en la producción de levadura unicelular, comúnmente llamada levadura Torula. Por otro lado, más del 60% de

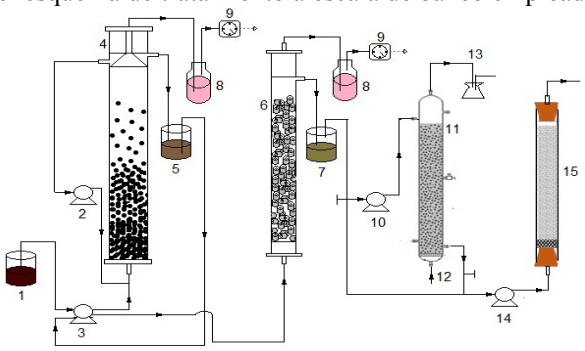
las vinazas originadas en las destilerías cubanas se utilizan en el fertirriego. También los efluentes que se obtienen luego del tratamiento de las vinazas por DA y en las plantas de levadura Torula son fertirregados [5].

Dentro de los modelos de reactores anaerobios más utilizados para la biodegradación de residuales líquidos se encuentra el reactor de manto de lodo de flujo ascendente (UASB por sus siglas en inglés *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket*) y el filtro anaerobio (FA). Sin embargo, aún después del empleo de procesos anaerobios en el tratamiento de vinazas no se resuelve la problemática de las variaciones en las cargas orgánicas, color y la presencia de compuestos recalcitrantes en los efluentes generados, haciendo que no cumplan con varios de los parámetros especificados por las regulaciones de vertimiento de cada país. En ese sentido, la ozonación es una alternativa viable para el tratamiento de estas aguas residuales. En el tratamiento de vinazas la ozonización ha sido empleada con el objetivo de oxidar parcialmente compuestos orgánicos biodegradables y no biodegradables [6]. De acuerdo a la literatura consultada no se refieren estudios empleando el tratamiento con ozono como pulido final a partir de efluentes de vinazas puras biodigeridas anaeróbicamente en un sistema combinado de reactores UASB-FAFA.

Por otra parte, las zeolitas han sido ampliamente utilizadas en la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos en aguas residuales. A su vez las zeolitas son mejoradores de suelos ya que actúan como fertilizantes de liberación lenta. Cuba cuenta con ricos recursos naturales mineros que presentan potencialidades para la reducción del potasio presente en las vinazas, tema que no ha sido abordado en la literatura. Son pocos los estudios empleando el intercambio iónico en la eliminación o recuperación del potasio presente en las vinazas. Solo Ping-Jun *y col.,* [7] han realizado estudios para extraer potasio de las vinazas empleando una resina catiónica fuerte. De la literatura consultada no se reporta ningún estudio donde se recupere potasio a partir de vinazas o efluentes biodigeridos de las mismas utilizando zeolitas. Es por ello que el presente trabajo propone la evaluación del tratamiento de vinaza pura por DA en un sistema de reactores (UASB-FAFA) + ozonización como pulido final + recuperación de potasio en zeolita.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la figura 1, se muestra el esquema de tratamiento a escala de banco empleado en la investigación.



Leyenda: 1: Recipiente de vinaza; 2: Bomba peristáltica de recirculación del UASB; 3: Bomba peristáltica multicanal para la alimentación de ambos reactores; 4: Reactor UASB; 5: Recipiente de efluente UASB; 6: Reactor FAFA; 7: Recipiente de efluente FAFA; 8: Solución NaOH; 9: Contadores analógicos de flujo de metano; 10: Bomba; 11: Columna de burbujeo; 12: Entrada de ozono; 13: Trampa de espuma; 14: Bomba; 15: Columna empacada con zeolita.

Fig. 1 Esquema del tratamiento integral de vinaza

DA en el sistema de reactores anaerobios UASB-FAFA: La experimentación se llevó a cabo en un período de 193 días. La temperatura de trabajo del sistema de reactores fue de 28 ± 2°C. El flujo de metano fue medido a través de un contador analógico reportándose en condiciones normales de temperatura y presión (TPN). El pH y la relación de alcalinidades Ácidos grasos volátiles (AGV)/Carbonato inorgánico total (CIT), para todos los niveles de cargas aplicadas fueron utilizados como parámetros de control.

Ozonización: Los ensayos de ozonización se realizaron en una instalación similar a la empleada por Cabrera y col. [6], pero empleando una columna a escala de banco. La columna empleó 4 L de los

efluentes de DA y se operó con una concentración de ozono en el gas de 70 mgL^{-1}. El flujo de gas, Q_{gas}, fue de 60 L h^{-1} con tiempo de contacto de 1-3 h.

Recuperación de potasio: Fueron realizados ensayos de adsorción en discontinuo con el EBO y ensayos en columnas empleando diferentes alturas de empaque; con el EB. La zeolita fue tamizada entre 0,5 y 3 mm, lavada con agua destilada y secada a 60°C por 24 h. Para describir el equilibrio de adsorción fueron empleadas las isotermas de Langmuir y Freundlich.

Los ensayos analíticos se realizaron según los Métodos normalizados para el análisis de aguas y aguas residuales [8]. La composición del biogás (CO_2, CH_4, O_2, H_2 y H_2S) fue medida empleando un analizador de gases portátil Geotech GA2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proceso de digestión anaerobia en el sistema de reactores anaerobios UASB-FAFA: La vinaza empleada como sustrato en el proceso de DA fue recolectada en el complejo azucarero con destilería anexa "Héctor Molina Riaño"; de la provincia Mayabeque. La misma posee elevada DQO (46,08 g L^{-1}), bajo pH (4,23) y alta concentración de potasio (3,5 g L^{-1}). Como inóculo se empleó un lodo floculento proveniente de los reactores UASB de la Planta de biogás perteneciente al complejo azucarero "Heriberto Duquesne" con pH igual a 7,5 y una relación SSV/SST de 0,63.

En la fase de arranque el sistema de reactores se mantuvo trabajando bajo una Bv de 2,5 kg_{DQO} $m^{-3}d^{-1}$con valores de ηDQO como promedio de 93%. La relación de alcalinidades AGV/CIT fueron incrementando hasta 0,58. La estabilidad del sistema se alcanza a la Bv de 10,23 kgDQO $m^{-3}d^{-1}$ con un valor promedio de ηDQO de 85% y un YCH_4 en el intervalo de 0,230 a 0,250 $m^3CH_4kg_{DQOe}^{-1}$. El biogás obtenido en el sistema de reactores tuvo un contenido de metano promedio de 55,5%. De los resultados obtenidos se puede concluir que la mejor Bv para tratar las vinazas puras y sin adición de nutrientes fue de 10,23 $kg_{DQO}m^{-3}d^{-1}$.

Proceso de ozonización: En la Fig. 2, se muestran los resultados promedios de la caracterización del efluente y para cada hora de ozonización. Los valores de pH y DQO del efluente si ozonizar fueron de 7,8 y 6,19 g L^{-1}. Mediante el tratamiento por ozonización de los efluentes biodigeridos de vinazas en un sistema reactores, el porcentaje de eliminación en color, turbidez y DQO se incrementa conforme aumenta el tiempo de contacto del efluente con el gas ozono (Fig. 2).

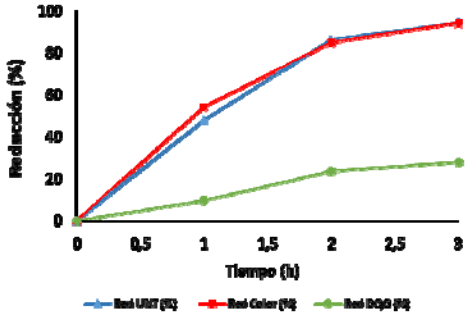


Fig. 2 Eficiencia del tratamiento de ozonización a efluentes anaerobios

Se alcanzaron eliminaciones de turbidez y color de 94,53 y 94,33% respectivamente. Esto se debe a que los compuestos azucarados y melanoidinas que aportan color, tiene en su estructura molecular cadenas de dobles enlaces, las cuales son fuertemente oxidadas por el ozono. Por otro lado, el efluente posee inicialmente una DQO de 6,19 g L^{-1} y al cabo de las tres horas de ozonización disminuye a 4,51 g L^{-1}, alcanzándose un 27,2% de eliminación de DQO para las condiciones de operación.

Proceso de recuperación de potasio por intercambio iónico

La capacidad de intercambio iónico se obtuvo mediante el ajuste de las isotermas de equilibrio de Langmuir y Freundlich (Fig. 3), empleando el EB y el EBO como fuente de potasio.

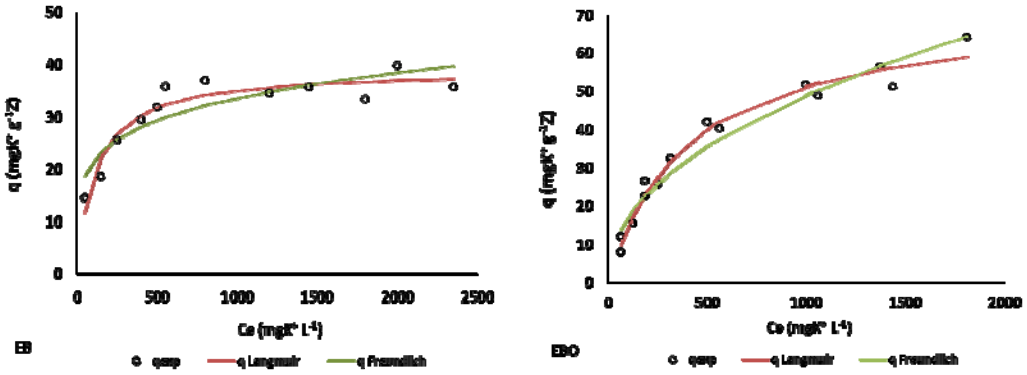


Fig. 3 Isotermas de adsorción de los EB y EBO.

El modelo de Langmuir mostró mejor ajuste cuando se empleó EB, dado por el coeficiente de correlación R^2 igual a 0,95. Empleando el EBO, ambos modelos mostraron un ajuste consistente con R^2 igual a 0,97. La capacidad de intercambio máxima (q_{max}) fue igual a 39 y 72 $mgK^{+1}\ g^{-1}Z$, cuando se empleó el EB y el EBO respectivamente. Los ensayos en columnas empleando el EB, mostraron valores promedios de capacidad de adsorción de 52 $mgK^{+1}\ g^{-1}Z$ y se obtuvieron los parámetros de operación para el escalado. Los resultados confirman que es posible recuperar parte del potasio contenido en los EB y EBO, mediante el empleo de zeolitas tipo clinoptilolita, favoreciendo su posterior uso como biofertilizante en la agricultura.

CONCLUSIONES

- Se evaluó el proceso de DA de vinazas puras y sin adición de nutrientes; obteniendo que la mejor Bv de operación estable fue la de 10,23 $kg_{DQO}m^{-3}d^{-1}$ con TRH de 5 d. El YCH_4 promedio estuvo en el intervalo entre 0,230 a 0,250 $Nm^3CH_4\ kg_{DQOe}^{-1}$ con □DQO de 85%.
- En el proceso combinado de DA + ozonización se obtuvieron □DQO, □Color y □Turbidez de 90,2, 99,6 y 99,1% respectivamente.
- En la de recuperación de potasio por intercambio iónico, se obtuvieron en discontinuo q_{max} de 72 $mgK^{+1}\ g^{-1}Z$, para el EBO. En los experimentos en columnas la capacidad de adsorción fue de 52 $mgK^{+1}\ g^{-1}Z$.

REFERENCIAS

1. Pérez Osney. "Modelación, simulación y análisis con fines energéticos de destilerías de etanol hidratado". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. La Habana. Cuba, 2011.
2. Fuess L.T. y Garcia M.L. Review. “Implications of stillage land disposal: A critical review on the impacts of fertigation”. Journal of Environmental Management. 2014, Vol. 145. p. 210-229.
3. Rosabal A., Morillo E., Undabeytia T., Maqueda C., Justo A., Herencia J. F. Long-Term Impacts of Wastewater Irrigation on Cuban Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 2007, 71, 1292 - 1298.
4. FAO - Food and Agriculture Organization. World fertilizer trends and outlook to 2019. Summary report. Food and Agriculture organization of the United Nations - Rome, 2016. I5627E/1/05.16
5. Chanfón C. J. M. y Lorenzo A. Y. “Alternativas de tratamiento de las vinazas de destilería. Experiencias nacionales e internacionales". Revista Centro Azúcar. 2014. Vol 41. No 2. p. 56-67. ISSN: 2223- 4861.
6. Cabrera D. A., Dueñas M. J., Véliz L. E., Díaz M. M.A., Menéndez G. C.L., Oliva M D., Pereda R. I., Zaiat M. “Combined treatment of vinasse by an upflow anaerobic filter-reactor and ozonation process”. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2016, Vol. 33, No. 04, pp. 753 – 762.
7. Ping-Jun Z., Zhen-Gang Z., Shu-Juan Y., Yong-Guang G., Li D., He X.. Using strong acid–cation exchange resin to reduce potassium level in molasses vinasses. Desalination, 2012, 286, 210–216.
8. APHA, AWWA, WEF. “Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales □". 2005. Edición 17, ISBN 84-7978-031-2, España.

ESTUDIO SOBRE LA INTERRELACIÓN ETANOL, LEVADURA TORULA Y PRODUCCIÓN DE BIOGÁS
STUDY OF THE INTERRELATION BETWEEN ETANOL, TORULA YEAST AND BIOGAS PRODUCTION.

Autor (es): Díaz de los Ríos, M. * y Alonso, D.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
* manuel.diaz@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se presenta la simulación en Microsoft Excel de un complejo agroindustrial formado por una planta de levadura torula que opera con vinazas como fuente de carbono y la producción de biogás con digestores para el manejo de cachaza y del tipo UASB para la digestión anaerobia de la vinaza. Se considera un ingenio que aporta 300 t/d e cachaza y una destilería de 90000 l/d. La simulación evidencia la demanda energética de una producción de 17 t/d de levadura puede ser satisfecha mediante la generación de biogás con dos tipos de digestores.

PALABRAS CLAVE: simulación, biogás, levadura torula

ABSTRACT

The simulation in Microsoft Excel of an agroindustrial complex formed by a torula yeast plant that operates with vinasse as carbon source and the biogas production with digesters for both the management of cachaza and of the UASB reactor for the anaerobic digestion of the vinasse is presented in this work. It is considered a sugar mill that contributes with 300 td /d de cachaza and a distillery of 90000 l/d. The simulation shows that the energy demand of a production of 17 t/d of yeast can be satisfied by the generation of biogas with two types of digesters.

KEY WORDS: simulation, biogas, torula yeast

INTRODUCCIÓN

El empleo de las vinazas de destilería como fuente de carbono en la producción de levadura forrajera, en sustitución de la miel final, incide positivamente en la reducción de sus costos de producción, a la vez que contribuye a reducir la carga orgánica presente en la misma en alrededor de un 60%, por lo que dicha alternativa se erige como una estrategia para el tratamiento de estos efluentes líquidos.

Sin embargo, aun con el empleo de vinaza como fuente de carbono, la producción de levadura forrajera, o levadura torula, como también se conoce en Cuba, posee desventajas competitivas frente a la harina de soya dados los altos índices de consumo de energía. El consumo de electricidad de esta producción alcanza los 1300 kWh por tonelada de levadura, mientras que el consumo de fuel oil para el secado de la levadura es de 420-430 kg/t de levadura.

El residual líquido resultante de la producción de levadura está en el orden de 120-130 m^3/ t de levadura y aún posee una carga orgánica del orden de los 9-12 kg/m^3de DQO.

El presente estudio considera la incorporación de una planta de biogás con digestores que emplean cachaza, y otro del tipo UASB que utiliza vinaza como fuente de carbono. La vinaza es generada por una destilería de 90000 L/d y consumida por una planta de levadura diseñada para 30 t/d. La producción de biogás considera una disponibilidad de 300 t/d de cachaza y el desvío de parte de la vinaza generada. El potencial de metano de la cahaza se reporta en 50-58 m^3/ton de materia fresca (MF) o 245-281 mL/g DQO (**1**). Por su parte Rouf et al, 2010 (**2**) evalúan el efecto del empleo de nutrientes sobre el rendimiento de biogás. Aunque en el presente trabajo no se considera el empleo de bagazo o paja de caña para la generación de biogás, su potencial también ha sido evaluado por varios autores (**1,3-5**). Los estudios sobre el empleo de vinazas para la generación de biogás mediante tecnología UASB y su aplicación están mucho más extendidos (**1, 6-8**).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se evalúa la relación existente entre la producción de levadura forrajera a partir de vinazas y una planta de biogás que emplea residuos de la agroindustria azucarera, de forma que se puedan satisfacer los requerimientos energéticos de la producción de levadura. Para la simulación del proceso se emplea Microsoft Excel y los complementos Solver y SolverTable

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interrelación entre las tres instalaciones industriales se representa en el diagrama de bloques de la figura 1, donde las vinazas de las destilerías son empleadas en la producción de levadura; aunque una fracción de estas puede ser utilizada para la producción de biogás junto a la cachaza, pero en digestores diferentes, pues la tecnología para el manejo de residuos sólidos no emplea digestores UASB. El residual de torula es empleado en la elevación de la humedad de la cachaza hasta 85% para la producción de biogás, por lo que será recirculado total o parcialmente en dependencia del volumen generado. El biogás producido es empleado en el secado de la levadura y/o para la generación de la electricidad que demanda el proceso de producción de levadura.

La máxima producción de levadura posible depende de la cantidad de vinaza y su carga orgánica. Para una concentración de vinaza de 53 kg DQO/m^3 la capacidad máxima de producción de levadura es de 24 t/d. Por tanto, en este caso, para elevar aún más la producción de levadura es imprescindible emplear una fuente carbono adicional; por ejemplo miel final, lo que elevaría los costos de producción debido a su precio en el mercado. No obstante en este estudio se considera un mínimo de miel de 0.0125 t/m^3 de vinaza, dado su beneficio en el aporte de otros micronutrientes.

Los resultados de la simulación se resumen en las figuras 2 y 3. La figura 2 muestra el comportamiento del costo de producción de levadura con la variación del aprovechamiento de la capacidad. Se aprecia que cuando se destina el 30% de la vinaza a la producción de levadura (70% a biogás) solo se producen 11 ton/d a un costo de 433 $/t, el cual se ve favorecido por un nivel de generación de biogás que satisface los requerimientos energéticos para el secado de la levadura y la generación de la energía eléctrica que demanda el proceso, además de un excedente de electricidad para la venta (fig. 2). Este comportamiento decreciente del costo se favorece con el incremento de la capacidad de producción de levadura hasta unas 17 t/d (empleo del 55% de la vinaza en la producción de levadura) debido a la diminución de la incidencia de los costos fijos y los requerimientos energéticos satisfechos. A partir de este punto, las disponibilidades de cachaza y vinaza empleadas en la producción de biogás no satisfacen la demanda energética de la producción de levadura (Fig. 3) y el costo de producción crece (Fig. 2). Se logra un mínimo costo de producción de

levadura con un nivel de 17 t/d, lo que favorece también una venta de electricidad a la red de 3,5 MWh/d y la asimilación de todo el residual de la torula en la elevación de la humedad de la cachaza para su digestión anaerobia. El déficit de líquido de 43 t/d puede ser satisfecho con el efluente líquido del digestor UASB o con residual del ingenio.

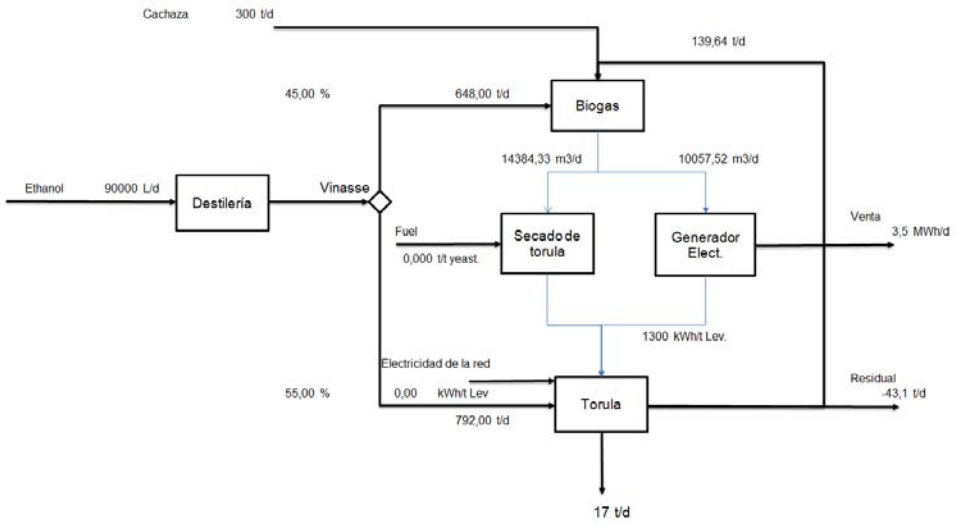


Fig. 1: Interrelación entre la destilería, planta de levadura y planta de biogás.

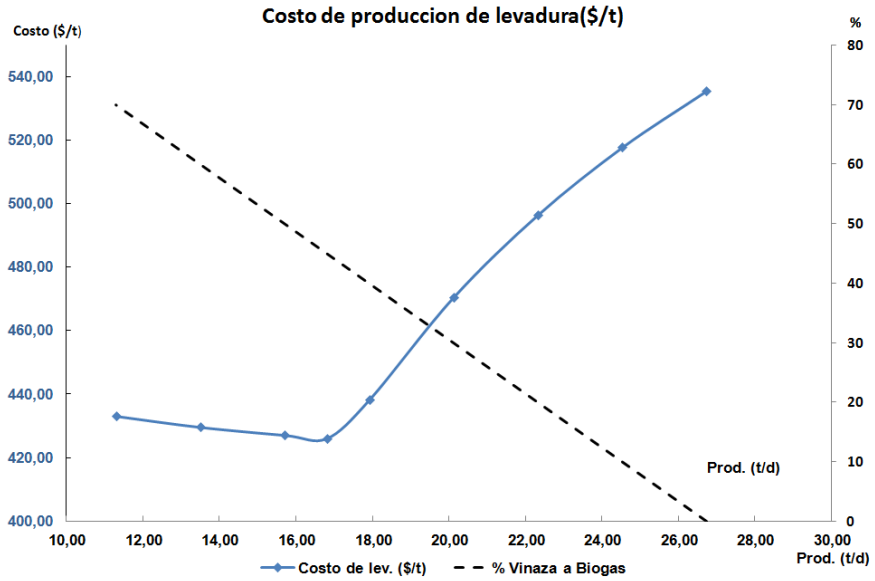


Fig. 2: Variación del costo de producción de levadura

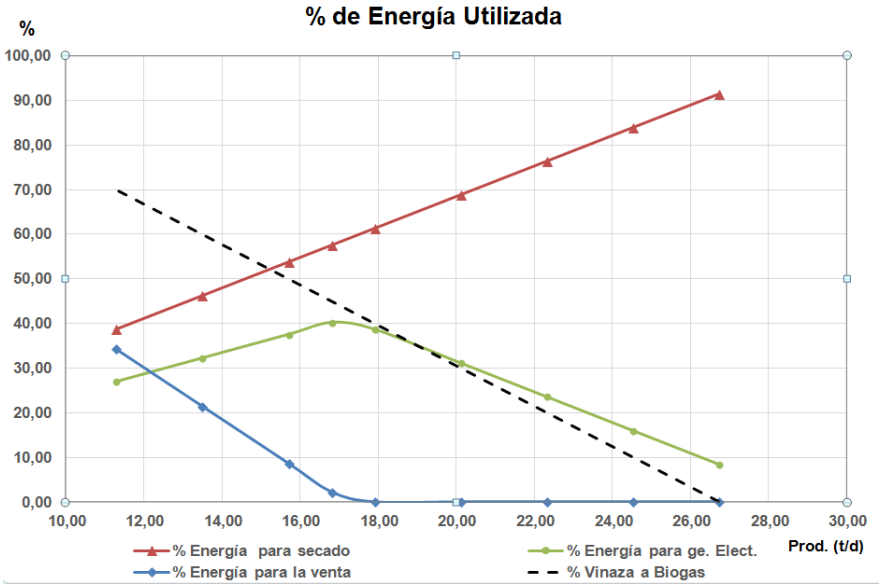


Fig. 3: Satisfacción de los requerimientos energéticos de la producción de levadura con biogás con el incremento de la capacidad

CONCLUSIONES

La simulación de proceso verifica la posibilidad de garantizar las demandas energéticas de la producción de levadura forrajera mediante la generación de biogás con el empleo de la cachaza procedente del ingenio y parte de la vinaza de la destilería. Una producción de 17 t/d de levadura brinda un mínimo costo del orden de los 420$/t con el empleo del 55% de la vinaza y una venta de electricidad a la red de 3,5 MWh/d.

REFERENCIAS

1. Leandro Janke, L., Leite, A., Nikolausz, M., Schmidt, T., Liebetrau. J., Nelles, M. and Stinner, W., Biogas Production from Sugarcane Waste: Assessment on Kinetic Challenges for Process Designing, International Journal of Molecular. Science, 16, 20685-20703, 2015.
2. Rouf, M.A., Bajpai, P.K., and Jotshi, C. K., Optimization of Biogas Generation from Press Mud in Batch Reactor, Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 45(4), 371-376, 2010
3. Nzila, C., Njuguna, D., Madara, D., Githaiga, J., Muasya, R., Muumbo, A. and Kiriamiti, H., Characterization of agro-residues for biogás production and nutrien recovery in Kenya, Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS) 6(5): 327- 334, 2015
4. López, E., Jimenez, J., Cisneros, M.E. y Romero, O., Potencial de biogás de la fermentación anaerobia de residuos sólidos de la agroindustria azucarera, utilizando lodo anaerobio de estiércol porcino, Centro Azúcar, Vol 40, Enero-Marzo1-7, 2013.
5. Inyang, M., Gao, B., Pullammanappallil, P., Ding, W. and Zimmerman, A.R., Biochar from anaerobically digested sugarcane bagasse, Bioresource Technology, 101, 8868-8872, 2010.
6. Budiyono, I.S. and Siswo, S., Biogas Production Kinetic from Vinasse Waste in Batch Mode Anaerobic Digestion, World Applied Sciences Journal 26 (11): 1464-1472, 2013.
7. Budiyono, I.S. and Siswo, S., Kinetic Model of Biogas Yield Production from Vinasse at Various Initial pH: Comparison between Modified Gompertz Model and First Order Kinetic Model, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(13): 2798-2805, 2014.
8. Castro, A. and Duran, M. del Carmen, Arrhenius equation constants and thermodynamic analysis of CH4 and H2S production for the vinasses anaerobic treatment, XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería sanitaria y Ambiental, Cancún, México, 2002.

EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE MODIFICACIONES TECNOLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL Y TRATAMIENTO DE SUS RESIDUALES. CASO DE ESTUDIO UEB HERIBERTO DUQUESNE

TECHNICAL, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EVALUATION OF TECHNOLOGICAL MODIFICATIONS IN THE ETHANOL PRODUCTION AND TREATMENT OF THEIR RESIDUALS. HERIBERTO DUQUESNE STUDY CASE

Autor (es): Lorenzo, Y.[1]*; Domenech, F.[2]; Chanfón J.[1]; Díaz de los Ríos M.[1]; Almazán O.

[1]Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
[2]Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI
*yaniris.lorenzo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se estudia el proceso integral de producción de etanol y biogás con el fin de obtener una propuesta de nueva tecnología de producción, para disminuir los costos y su impacto ambiental negativo en la UEB Derivados Heriberto Duquesne. En la misma se evalúa la influencia de materias primas no azufradas (fuentes de nitrógeno y tipos de ácido) empleadas en la fermentación alcohólica con la intención de obtener vinazas menos contaminantes y de menor contenido de sulfatos, compuesto que afecta la calidad del biogás y aumenta los costos de tratamiento, por su elevado contenido de sulfuro de hidrógeno. La propuesta asegura una reducción de los costos de producción anual de $ 387309,81 en moneda total; mientras que desde el punto de vista ambiental, el ahorro de agua es equivalente a eliminar la huella hídrica de 292 habitantes, para la UEB de estudio.
PALABRAS CLAVE: producción de etanol, vinaza de destilería, tratamiento de residuales.

ABSTRACT

The integral production process of ethanol and biogas is studied in order to obtain a proposal of new production technology, in order to reduce costs and its negative environmental impact in the Heriberto Duquesne enterprise. This study evaluates the influence of non-sulfuric raw materials (nitrogen sources and acid types) used in alcoholic fermentation with the intention of obtaining less polluting vinasse and a lower sulfate content, a compound that affects the quality of the biogas and increases the costs of treatment, due to its high content of hydrogen sulfide. The proposal ensures a reduction in annual production costs of $ 387,309.81 in total currency; while from the environmental point of view, saving water is equivalent to eliminating the water footprint of 292 inhabitants, for the study UEB.
KEY WORDS: ethanol production, distillery vinasse, waste treatment

INTRODUCCIÓN

Durante casi tres décadas, el ICIDCA, ha desarrollado investigaciones en el campo de la caracterización y tratamiento de las aguas residuales de la industria azucarera y sus derivados. El ICIDCA luego de más de 20 años de investigaciones, logró una tecnología que comprende el acondicionamiento, pre-tratamiento y tratamiento anaerobio de las vinazas en reactores de flujo ascendente y manto de lodo, conocidos por UASB. La tecnología, única de su tipo en el país, fue implementada a finales de los años 90´, en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Derivados Heriberto Duquesne de la Empresa Azucarera Villa Clara, con el propósito de tratar todas las vinazas generadas por la destilería y el beneficio de alcanzar una mayor autonomía energética con el uso del biogás en la caldera (Hernández 2013). El proceso está diseñado para trabajar a altas cargas orgánicas volumétricas (18-20 kg DQO/m^3d), con altos consumos de nutrientes en forma de nitrógeno y fósforo para lograr las relaciones recomendadas de DQO:N:P (100:1:0,1) (McCarty

1964), sin considerar el aporte de ellos por las vinazas y a bajas concentraciones de DQO (18-20 kg DQO/m^3); estas dos últimas constituyen las principales desventajas de esta tecnología, ya que para lograr ajustar la concentración deseada de DQO es necesario diluir las vinazas con elevadas cantidades de agua (1 840 m^3/d).

Sumado a estas deficiencias se encuentra el alto contenido de sulfatos en las vinazas (1,7-3,8 g SO_4^{2-}/L) (Laguazur-CENGMA 2012; Eng 2013), que además de disminuir el rendimiento de CH_4 por el crecimiento de bacterias sulfatorreductoras (BSR) que compiten con las arqueas metanogénicas (ABM), genera un biogás con elevado sulfuro de hidrógeno (1-3% H_2S) (Speece 2008; Terry 2012; Ferrer y Pérez 2010).

De esta manera, para superar las deficiencias de la tecnología de tratamiento de las vinazas de destilerías, con alto contenido de materia orgánica (superior a 45 e inferior a 55 kg DQO/m^3), sin emplear agua de dilución, ni nutrientes y además aumentar el rendimiento de biogás y metano, al aumentar la relación DQO/SO_4^{2-}, se hace necesario incidir desde la producción de etanol para obtener vinazas menos contaminantes. Estudios recientes señalan que es posible reducir el contenido de sulfatos en las vinazas en 51,74% al emplear como materias prima en la fermentación alcohólica urea como fuente de nitrógeno y ácido fosfórico para el ajuste del pH de los medios de fermentación. Además Lorenzo y col (2015) informaron que la urea incrementa la eficiencia de fermentación en un 15,00 % y el empleo de ácido fosfórico y la urea en un % 10,77; resultados comprobados a escala industrial en la UEB de estudio.

De esta manera **el objetivo del trabajo** es comparar desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, la tecnología tradicional de producción de etanol y biogás con las modificaciones tecnológicas propuestas, de manera integral, para la UEB Derivados Heriberto Duquesne.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación realizada comprende la comparación de la tecnología tradicional de producción de etanol y biogás en la UEB de estudio (empleo de sulfato de amonio y ácido sulfúrico) y en su sistema de tratamiento (empleo de agua de dilución de las vinazas y macronutrientes en forma de N y P), con las modificaciones tecnológicas propuestas (empleo de urea y ácido fosfórico en la fermentación y el tratamiento de las vinazas sin diluir y sin adición de macronutientes). Los cambios tecnológicos propuestos se evaluaron de forma integral, mediante balances de masa y energía.

Las premisas del estudio fueron:

- Producción promedio diaria de 523 hL de alcohol fino A.
- Eficiencia de fermentación (EF_i) de 78% ± 1,18 y grado alcohólico de 6,06% (v/v) (UEB-Heriberto 2010), indicadores obtenidos empleando como única fuente de nitrógeno, sulfato de amonio y ácido sulfúrico para el ajuste de pH de los medios de fermentación.
- El balance de nutrientes de la fermentación alcohólica se calculó para obtener 6 g/L de biomasa, según condiciones técnicas de la UEB de estudio teniendo en cuenta la composición elemental de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Shuler y Fikret 1992).
- El consumo de ácido fosfórico, según ajuste de pH de los medios de fermentación alcohólica a 5,5, informado por Rojas (Rojas y col. 2011).
- En la destilación se asumió una eficiencia de 0,95% (EFd) y 1 000 m^3 de vinazas diaria con 50,95 kg DQO/m^3, correspondiente a un índice de generación de 19 L/ L de etanol.
- Se consideró una eficiencia promedio en el tratamiento anaerobio industrial de 76,96%, referida a la eliminación de DQO y rendimiento de biogás de 0,279 m^3/kg DQOr, iguales a las obtenidas en los estudios experimentales en reactores UASB de 2,5 L, al mantener la carga orgánica volumétrica constante en 18 kg DQO/m^3.d.
- Se emplearon como ecuaciones básicas de diseño las indicadas por Van Lier para la producción de biogás (Van Lier 2005).
- El consumo de fuel oil en caldera depende del contenido de metano en el biogás, una vez desulfurado, resultado de la simulación del proceso de adecuación del biogás, realizado por Lorenzo y colaboradores (Lorenzo y col. 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para introducir estas modificaciones tecnológicas en la UEB Heriberto Duquesne se realizan los balances de masa y energía teniendo en cuenta los resultados anteriores y las premisas señaladas en el subcapítulo 2.2 de materiales y métodos. Además se diseña el diagrama de flujo de la tecnología de producción (fig. 1), el que ilustra las etapas y corrientes involucradas en el proceso.

El análisis integral de la propuesta indica, que para la planta de biogás, al tratar por Digestión Anaerobia (DA) las vinazas sin diluir (50,95 kg DQO/m^3), conlleva a que la temperatura de entrada del influente a los reactores UASB, no sea la óptima (35-37^{0}C) con el equipamiento existente. En la *Tecnología convencional de Heriberto Duquesne*, en la *Etapa 3b* (fig. 1) se utilizan 1 840 m^3/d agua con dos propósitos: disminuir la concentración de DQO de las vinazas hasta 18 kg/m^3 y enfriarlas hasta la temperatura óptima de entrada a los rectores UASB.

Para implementar las modificaciones propuestas, es necesario instalar un equipo de intercambio de calor antes de la etapa de DA. En este caso, se propone un intercambiador de tubo y coraza (IC) y la conducción de todo el efluente pos-tratado hacia el IC, en la etapa de "enfriamiento 3.0" (fig.1). Para el cálculo del IC se tuvo en cuenta que las vinazas entran a la planta de biogás con 62^{0}C y es necesario que entren al enfriadero de biogás a 52^{0}C, asegurando que la temperatura del efluente para riego no supere los 50^{0}C. El balance de energía es de 443 475,65 kcal/h, por lo que se necesita un área de intercambio de calor de 18 m^2; se utiliza para ello la metodología de cálculo descrita por Kern y Branan (Kern 1969; Branan 2000).

La tabla I refleja los parámetros técnicos más relevantes calculados n mediante los balance de masa y energía tenido en cuenta la capacidad de operación de la UEB de estudio para ambos casos.

Tabla I. Parámetros técnicos que cambian entre ambos casos de estudio

	Parámetros	UM	Tecnología H. Duquesne	Propuesta de nueva tecnología
Alcohol fino A	EF_i	%	78,00	78,00
	Tipo de fuente de nitrógeno			
	sulfato de amonio	t/d	1,21	0
	urea	t/d	0	0,55
	fosfato de amonio	t/d	0,44	0,44
	Tipo de ácido en ajuste de pH			
	ácido sulfúrico	t/d	0,31	0,00
	ácido fosfórico	t/d	0	0,56
Biogás-Fertirriego	Consumo nutriente	t/d		
	fosfato de amonio	t/d	0,22	0
	nutriente urea	t/d	1,00	0
	Consumo de agua dilución de vinazas y nutrientes	m^3/d	1 854,13	0
	TRH del reactor UASB	d	1,03	2,80
	Efluente del reactor UASB	m^3/d	2 750,29	922,18
	DQO del efluente del reactor UASB	kg/m^3	4,15	11,65
	Efluente a utilizar para el fertirriego	m^3/d	2 749,11	921,47
	DQO efluente para fertirriego	kg/m^3	4,15	11,65
	Módulos de riego	U	8	3
	Biogás sin desulfurar (18 513 m^3/d)	% H_2S	3,00	0,50
	Sistema de desulfuración			
	*Biogás desulfurado (0,1% H_2S)	m^3/d	13 949,76	16 070,6
	*Cantidad CH_4 en corriente salida	m^3/d	9 764,88	10 574,40

UM Unidad de medida * calculado a partir del programa de simulación PRO II

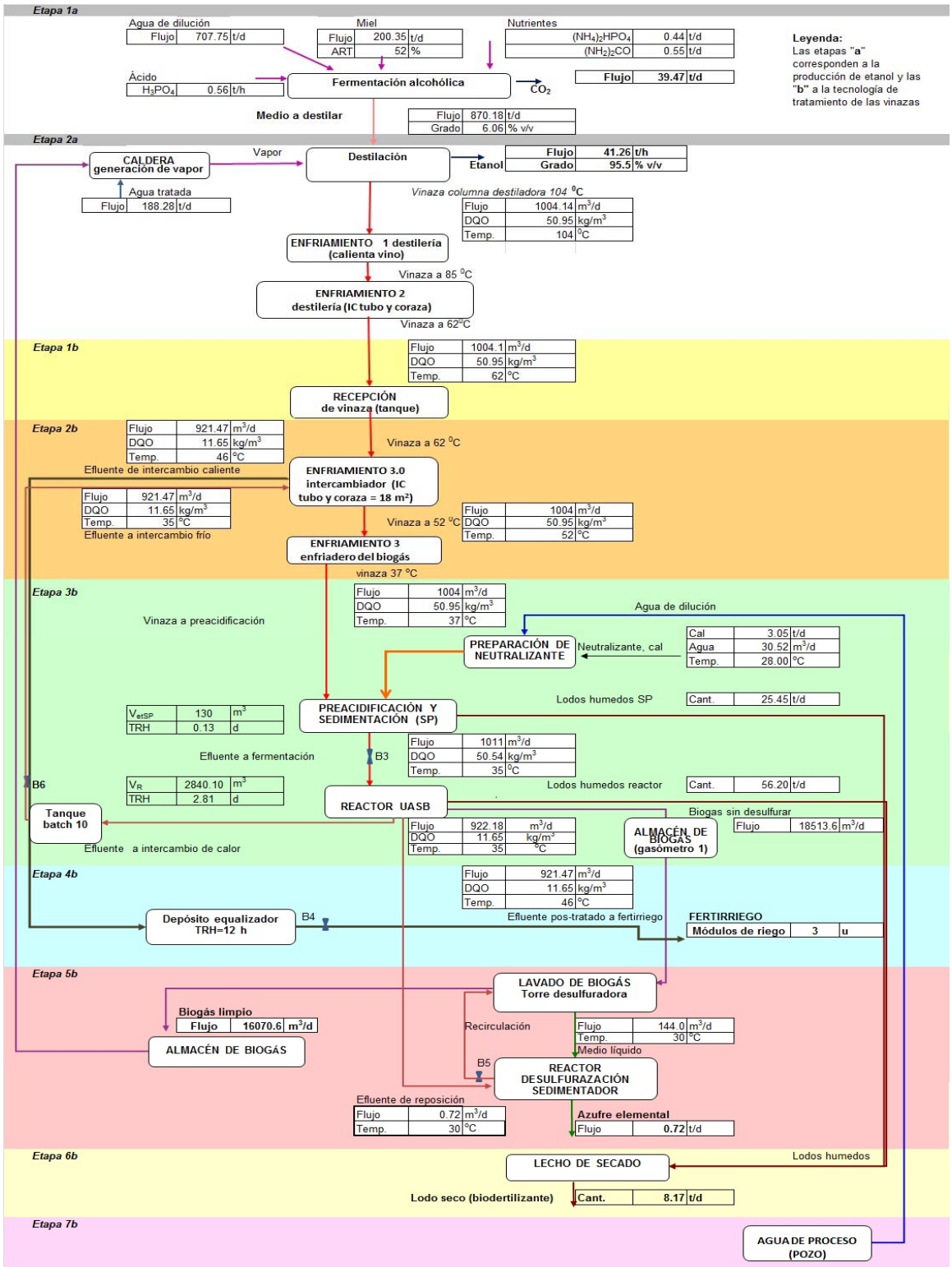


Fig. 1 Diagrama de flujo de la propuesta de nueva tecnología de producción para la UEB Derivados Heriberto Duquesne

Análisis ambiental de la propuesta de nueva tecnología de etanol y tratamiento anaerobio de sus efluentes

En la tabla II se listan los principales impactos ambientales positivos y negativos que se generan en cada condición de estudio.

Las modificaciones propuestas para la nueva tecnología de producción en la UEB de estudio pueden llegar a reducir el consumo de agua hasta 500 506 m^3 al año, equivalente a eliminar la huella hídrica de 292 habitante (Díaz-Duque 2011).

La sustitución del sulfato de amonio y el ácido sulfúrico por urea y ácido fosfórico, además de aumentar la eficiencia de fermentación alcohólica, aumentan la eficiencia del tratamiento anaerobio de las vinazas y el contenido de CH_4 en el biogás y se disminuye la cantidad de azufre que se dispone al medio ambiente. Las modificaciones propuesta también posibilitan ahorrar electricidad (24 245,23 kWh anuales), fuel oil (185 L/a) y las emisiones de gases contaminantes en 530 t CO_2/año (CICC 2012), tabla II.

Tratar vinazas sin emplear agua de dilución, no modifica la carga orgánica procesada, ni la vertida diariamente por la planta de tratamiento; sin embargo, los volúmenes de residuales emitidos disminuyen en un 66,48%, lo que representa la reducción de 493 461,79 m^3/a.

Tabla II. Comparación ambiental integral entre la *Tecnología de la UEB H. Duquesne* y la *Propuesta de nueva tecnología*

Parámetros	UM	Tecnología H. Duquesne	Propuesta de nueva tecnología	Reducción (%)
Consumo de agua:	**m^3/d**	**2 781,27**	**927,55**	66,65
Destilería (dilución de mieles, consumo de vapor)	m^3/d	896,00	896,00	0,00
Biogás (dilución de vinazas, nutrientes, cal, laboratorio)	m^3/d	1 884,65	30,52	98,33
Materias primas	**Impactos**	**- y +**	**+,+,-**	**100**
Sulfato de amonio y ácido sulfúrico en etanol	Impactos	Negativo en DA	No aplica	100
Urea y ácido fosfórico en etanol	Impactos	No aplica	Positivos en etanol y en DA	*+100
Urea y fosfato de amonio en DA	Impactos	Positivos para la DA	No afecta eficiencia en DA	100
Consumo de electricidad:	kWh	**9 414,00**	**9 324,20**	**0,95**
Destilería	kWh	7 479,60	7 479,60	0,00
Biogás	kWh	1 934,40	1 844,60	89,80
Consumo de combustible:				
Destilería (fuel en caldera)	L/d	10,55	9,86	6,50
Consumo de diesel por transporte del efluente a fertirriego	L /d	240,00	90,00	62,50
Cantidad de efluente tratado a fertirrigar	**m^3/d**	**2 749,11**	**921,47**	**66,48**
CO_2 emitido por combustibles fósiles:	**t CO_2/d**	**30,42**	**28,46**	**6,46**
CO_2 emitido por la combustión de fuel oil en caldera	t CO_2/d	23,21	21,70	6,50
CO_2 consumo de electricidad	t CO_2/d	6,58	6,52	0,95
CO_2 emitido por transporte del efluente a fertirriego	t CO_2/d	0,63	0,23	62,50

+ indica impacto positivo - indica impacto negativo *+ indica aumento

Valoración económica de la propuesta de nueva tecnología de etanol y tratamiento anaerobio de sus efluentes

En la *Propuesta de nueva tecnología*, los costos variables, en la etapa de producción de etanol, aumentan en $ 0,66 MT/hL y $ 0,42 CUC/hL ya que el ácido fosfórico tiene mayor costo que el ácido sulfúrico (al considerar una misma EF_i y concentración alcohólica para ambas alternativas), por lo que los gastos en materias primas se incrementan. En la nueva propuesta, a pesar de este aumento, los costos variables disminuyen en $ 2,74 MT/hL y $ 1,20 CUC/hL, al poseer mayor impacto la disminución de los costos de producción en la tecnología de tratamiento de las vinazas. La disminución de los costos totales de producción en la *Tecnología propuesta* son de $ 2,74 MT/hL, que significa una reducción anual de $ 387 309,81 MT para un costo de inversión total de 302 326,80 MT. El VAN de la inversión es de $ 67 653,01 MT y la TIR de 156%; por lo que es factible implementar las modificaciones propuestas y la inversión se recupera en 1,20 años.

CONCLUSIONES

Se cuenta con una propuesta de nueva tecnología de producción de etanol y tratamiento de sus efluentes, para la UEB Derivados Heriberto Duquesne, de mayor impacto positivo desde el punto de vista técnico, ambiental y económico. Las modificaciones tecnológicas propuestas reducen el costo total de producción de alcohol fino A y el tratamiento de sus efluentes en $ 2,74 MT/hL y la inversión tiene un costo estimado de $ 302 326,80 MT y $ 252 118,07 CUC con un PRI de 1,2 año; por lo que es factible su implementación, bajo las condiciones estudiadas.

REFERENCIAS

1. Branan, C. R. (2000). Manual de soluciones rápidas y exactas para los problemas cotidianos en la ingeniería de presos. México D.F., 2da ed. Mc Graw Hill.
2. CICC. (2012). "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)." Comisión Interdepartamental del Cambio Climático Retrieved 2 de diciembre, 2013, from http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/politiques/politiques_catalane.
3. Díaz-Duque, A. (2011). "Hacia el uso sostenible del agua en cuba." IX Congreso Cubano de Geología, GEOLOGIA´ 2011. Taller sobre aguas subterráneas y contaminación Retrieved 22 de septiembre, 2015, from http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2011.
4. Eng, F. (2013). Caracterización de los residuales líquidos de destilerías e ingenios cubanos para la producción de biogás. 5to Simposio Internacional de Química, SIQ' 13. Sección IV, Cayo Santa María, Cuba, ISBN: 978-959-250-871-2.
5. Ferrer, Y. y G. Pérez (2010). "Los microorganismos en la digestión anaerobia y la producción de biogás. Consideraciones en la elección del inóculo para el mejoramiento de la calidad y el rendimiento de biogás." Revista Sobre los Deriv. 44(1): 9-20.
6. Hernández, B. (2013). Acciones para contrarrestar las afectaciones al medioambiente. Informe interno de la dirección de atención a plantas industriales. La Habana, Grupo Azucarero Azcuba.
7. Kern, D. Q. (1969). Procesos de transferencia de calor. La Habana, Instituto cubano del Libro.
8. Laguazur-CENGMA (2012). Caracterización de las vinazas de destilerías cubanas. Informe interno de resultados del laboratorio Laguazur. La Habana, ICIDCA. Registro RC-16.2 año 2008-2012.
9. McCarty, P. L. (1964). Chemistry and Microbiology. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals. Standford-University, Public Works. Part one: 107–112.
10. Rojas, L., Y. Lorenzo y F. Domenech (2011). "Estudio del consumo de ácido en el ajuste del pH en diferentes medios de fermentación alcohólica." Revista Sobre los Deriv. 45(2): 57-62.
11. Shuler, M. y K. Fikret (1992). Bioprocess Engineering Basic Concepts. Euglewood Cliffs, New Jersey, 2nd ed. Prentice Hall.
12. Speece, R. E. (2008). Anaerobic biotechnology and odor/corrosion control for municipalities and industries. Nashville, Tennessee, 1ra ed. Archae Press.
13. Terry, A. I. (2012). Comportamento da Biomassa de Reator Anaeróbio Utilizado no Processamento de Vinhaça de Destilaria de Álcool. Escola de Engenharia. São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Tese Doutorado.
14. UEB-Heriberto, D. (2010). Parte de producción de etanol. Informe interno. Azcuba. Villa Clara, UEB Derivados Heriberto Duquesne.
15. Van Lier, J. B. (2005). Environmental Management Expertmision to "Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar". Informe interno. La Habana, PNUD, University of Wageningen, Holland. E780449.

CALIDAD

ASPECTOS RELEVANTES DE LA TRANSICION A LA NC ISO 9001:2015
OUTSTANDING ASPECTS OF THE TRANSITION TO NC ISO 9001:2015

Hernández, A.[1]*; González, I.[2]
[1]ICIDCA, aracelia.hernandez@icidca.azcuba.cu
[2]TECNOAZUCAR

RESUMEN
La norma NC ISO 9001:2015 representa un aporte muy significativo para el logro de la eficacia de las organizaciones que ya cuentan con un SGC con cuya aplicación se mejora el desempeño y se enriquece el valor de la certificación de los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC).
Para la transición hacia esta norma muchas organizaciones se han enfocado más en aspectos formales del cambio tales como,- La novedosa estructura de alto nivel conocida como "Anexo SL", - La eliminación de las acciones preventivas, la desaparecida función de representante de la dirección, la Supresión del manual de calidad y demás procedimientos; - Su adecuación a actividades de servicios, entre otros aspectos
De este modo se pudiera perder de vista lo más sustancial del cambio, porque esta versión de la NC ISO 9001 se aproxima a los esquemas de excelencia y con ello otorga garantías de sustentabilidad al negocio de la empresa *y* elimina todo vestigio de que la implantación del SGC se ha llevado a cabo con la finalidad de lograr un certificado.
En el presente trabajo se exponen, en opinión de los autores, un esquema y los aspectos más relevantes a tener en cuenta por las organizaciones con un SGC certificado para su transición exitosa hacia la NC ISO 9001:2015.
Palabras clave: transición a la NC ISO 9001:2015, certificación, excelencia

ABSTRACT
The new standard NC ISO 9001: 2015 represents a very significant contribution to the achievement of the effectiveness of organizations whose performance is improved and is enriched the value of Quality Management System (QMS) certification.
For the transition to this standard many organizations focused on the formal aspects of change consider
- The new high-level structure known as "Annex SL"
- The elimination of preventive actions
- The missing role of representative of the management
- Deletion of the quality manual and other procedures
- Their adaptation to service activities and other aspects.
In this way we lose the most substantial change of this version of the NC ISO 9001 since the most important thing is that it approaches the schemes of excellence and thus gives guarantees of sustainability to the business of the company and not only with the purpose of obtaining the certificate.
In the present work, the authors consider the most relevant aspects to take into account for the transition to NC ISO 9001: 2015
Keywords: transition to NC ISO 9001: 2015, certification, excellence

INTRODUCCIÓN
La ISO 9001 ha sido siempre una norma certificable con más de un millón de organizaciones en el mundo que cuentan con la certificación basada en esta norma, que tiene como objetivo especificar requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, así como aspirar a aumentar la satisfacción del cliente.
Desde que la Organización Internacional de Normalización ISO emitiera la primera versión de la norma ISO 9001 en el año 1987, ésta ha ido evolucionando y mejorando en el tiempo. Su quinta versión trae consigo cambios en su estructura, así como relevantes cambios en el contenido con relación a su versión anterior, destacándose:

- el Contexto de la organización, incluida en diferentes modelos de excelencia y en la NC ISO 9004:2009,
- el liderazgo, dando un mayor énfasis y otorgándole a la alta Dirección la responsabilidad y obligación de rendir cuentas respecto a la eficacia del sistema de gestión de la calidad que la política y a que los objetivos de la calidad sean compatibles con el contexto y la dirección estratégica de su organización, asegurando la integración de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos de negocio
- los conocimientos de la organización, donde se tendrá que mantener, proteger y asegurar la disponibilidad de este conocimiento particular y colectivo, que puede incluir documentos, capacidades, experiencias, habilidades y conocimientos del personal, entre otros.
- y las acciones para abordar los riesgos y las oportunidades que, aunque como concepto ha estado implícito en la versión 2008, la nueva versión lo identifica a lo largo de varios requisitos. Este requisito de forma específica forma parte del capítulo de Planificación, pues como tal, es preventiva en el tratamiento de los efectos no deseados antes de que ocurran y se buscan condiciones favorables que pueden ofrecer un resultado beneficioso.

Basados fundamentalmente en estos cambios sustantivos de la NC ISO 9001:2015 proponemos en el presente trabajo un esquema para la transición de nuestros SGC certificados, que no han dejado de funcionar por la norma anterior ya entrada en vigencia la nueva versión, y que se trabaje de forma paralela en los cambios que se deben tener en cuenta en la reestructuración de todos los requisitos y no en lo que son los requisitos en sí mismos.

DESARROLLO

Para el tránsito a la nueva versión de la NC ISO 9001:2015 (1,2) es importante realizar un diagnóstico para enfrentar cada uno de los requisitos de esta versión con el nivel de cumplimiento en la organización. Para ello, es muy útil la medición inicial del grado de madurez de la implementación de cada uno de los requisitos inspirándose en la escala que contempla la norma ISO 9004:2009 (3) en su anexo A de Herramienta de Autoevaluación, la que permite valorar el grado de implementación de cada apartado de la norma y conocer cuan de cerca nos encontramos de la excelencia organizacional en materia de Gestión de la Calidad (4). En el citado anexo, se toman como referencia 5 niveles de madurez en los cuales una organización puede encontrarse en función de la eficiencia y eficacia de su desempeño (5, 6,7). En nivel más bajo, el 1 es el que corresponde a la línea base y en función de esta, se producen incrementos hasta llegar al nivel más alto, el 5 en el que se habla de las mejores prácticas para un determinado criterio como se muestra en la fig. 1.

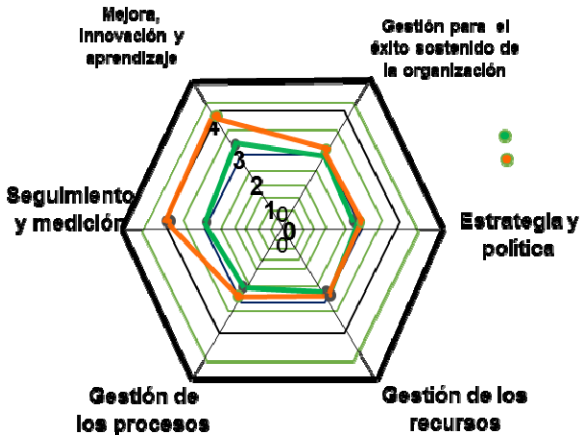


Fig. 1 Ejemplo de autoevaluación según ISO 9004:2009

Tras la autoevaluación y la identificación de los nuevos criterios a cumplir se deben planificar las acciones imprescindibles para desarrollar la implementación de los requisitos específicos de la NC 9001:2015, entre otros:

· Definir el momento oportuno para la auditoría de transición por parte del órgano evaluador de la conformidad (ONN) como fecha límite y un responsable para la gestión de transición.

· Partiendo de una fecha límite probable y a través del diagrama de Gantt se pueden visualizar las acciones que hay que ir ejecutando y lograr que la capacitación sea permanente y no solo al inicio del tránsito. Recomendamos que, en cada consejo de calidad, o como se denomine, de trate sobre un tema puntual, se profundice y se priorice la formación y recalificación de auditores internos en la nueva versión.

· Establecer tiempos para el desarrollo de cada acción y sus responsables.

· Revisar la documentación del SGC y realizar los cambios pertinentes manteniendo y aligerando la misma. La introducción del acápite de información documentada no implica que todos los documentos existentes del SGC que antes fueron obligatorios deban ser derogados. Los mismos pueden mantenerse y mejorarse con el nuevo enfoque.

· Llevar a cabo las acciones planificadas por etapas alternando con periodos de revisión del tipo de inspección para ir rectificando sobre la marcha y asegurarse que los nuevos requisitos se hayan tenido en cuenta.

· Mantener una comunicación activa con la alta dirección y mantenerla informada sobre el estado del proyecto de transición ya que será la alta dirección la encargada de exponer el SGC del que es el líder.

· Realizar chequeos parciales de los procesos y una auditoría interna (8) a todos los procesos y todos los requisitos de la norma NC ISO 9001:2015 para evaluar su cumplimiento y el estado de la transición, antes de llevar a cabo la revisión por dirección, de forma tal que las No Conformidades que se hayan detectado sean eficazmente cerradas sin demora injustificada.

La auditoría (o auditorías) es a nuestro juicio el punto determinante dentro de la transición a la nueva versión de la norma donde se mide y comprueba con evidencias objetivas el grado de su implementación.

En este aspecto es de señalar que todas las entidades afrontamos diferentes riesgos para la realización de las auditorías de internas donde se evalúa el estado de la transición por lo que recomendamos mantener y mejorar una lista de verificación o de chequeo para la realización de las mismas y donde los siguientes aspectos, nuevos en su contenido y enfoque en la nueva versión de la norma (1, 9), no deben faltar:

1. Que se hayan implementado en la organización los procesos para determinar, monitorear y revisar los asuntos externos e internos relevantes para el propósito y la dirección estratégica. (Cláusula 4.1)
2. Que se hayan determinado las partes interesadas en el negocio así como la revisión y monitoreo de sus requisitos. (Cláusula 4.2)
3. Que la alta dirección demuestre cómo evalúa la efectividad del SGC y la coherencia de la política y los objetivos de calidad con la dirección estratégica de la empresa. (Cláusula 5.5.1 a y b)
4. Que la alta dirección asegure de que su SGC está integrado a los procesos del negocio de la empresa. (Cláusula 5.5.1 c).
5. Que se hayan determinado los riesgos para la ejecución de sus procesos incluyendo su evaluación y efectividad, y específicamente cuando se planifica el SGC y ocurran cambios en el mismo (Cláusula 6.1).
6. Que se hayan establecido los objetivos de calidad coherentes con la conformidad de los productos y servicios, que se analicen lo suficientemente como para identificar y asignar los recursos necesarios para su cumplimiento, así como las responsabilidades para su ejecución. (Cláusula 6.2.1 y 2).
7. Que se tengan establecidos los procesos para asegurarse de que el conocimiento de la organización y se mantienen y estén disponible al igual que las competencias aun cuando se efectúen cambios de cualquier tipo. (Cláusula 7.1.6)
8. Que la organización sea responsable de los resultados de su diseño para productos y servicios y que se consideren los fallos que estos puedan presentar (Cláusula 8.3.3 d y e).
9. Que se lleve a cabo la comunicación efectiva, así como el control y monitoreo con los suministradores externos (Cláusula 8.5.3).

10. Que se hayan establecido los procesos para responder a cambios no planificados de forma tal de que se mantengan los requisitos establecidos y que la información documentada y las responsabilidades para autorizar esos cambios estén establecidas (Cláusula 8.5.6).
11. Que se haya estructurado la revisión por dirección de forma tal que todas las entradas, incluyendo los cambios internos y externos que pueden afectar el SGC y su planificación estratégica, el comportamiento de los suministradores externos, la valoración de las acciones para abordar los riesgos, entre otras, estén disponibles. (Cláusula 9.3.2).

En la realización de las auditoría internas para la transición es imprescindible realizar entrevistas con la alta gerencia con respecto a la planificación estratégica del negocio y comprobar el papel del liderazgo en el SGC, tal como actuaran los auditores de tercera parte.

En general se mantienen los mismos métodos de auditoría (la observación, la evaluación de la información de documentada, y las entrevistas, entre otros) así como todas las técnicas existentes sobre la auditoría de los procesos. Se mantiene el método especificado de valoración de la eficacia de los mismos.

En opinión de expertos en el tema de la transición haca la NC ISO 9001:2015, la mayoría de las entidades requerirán poco tiempo adicional para las auditorias de transición con relación al tiempo dedicado en anteriores auditorías de certificación y algunas serán capaces de la transitar sin tiempo de auditoría adicional.

CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se da a conocer un esquema para una transición efectiva de las organizaciones que estén certificadas.
- Entre los aspectos claves de la transición haca la ISO 9001 de 2015 se encuentran el papel ampliado del liderazgo, el impacto del requisito del pensamiento basado en riesgos, el contexto interno y externo de la organización así como la necesidad de mantener, proteger y asegurar la disponibilidad del cocimiento de la organización.
- La auditoría interna de transición a la nueva versión de la NC ISO 9001 y la posterior revisión por dirección del SGC, resultan actividades claves previas a la entrada del órgano evaluador de la conformidad para la certificación.
- Las empresas certificadas deben mantener la confianza, si se ha trabajado con rigor, en que las auditorias de transición a la nueva versión darán el resultado esperado.

BIBLIOGRAFIA

1. NC ISO 9001:2015 “Sistemas de Gestión de la Calidad — Requisitos”.
2. NC ISO 9000:2015 “Sistemas de Gestión de la Calidad — Fundamentos y vocabulario”.
3. NC ISO 9004:2009 “Gestión para el éxito sostenido de una organización — Enfoque de Gestión de la Calidad”.
4. “Sistemas de Gestión de Calidad y Modelos de Excelencia”, 2015, www.PKTATTEST.net
5. González, I y col. “ TECNOAZUCAR: la certificación del SGC en el camino hacia el éxito sostenido de la empresa”
6. ISOTools Excellence, “GAP Análisis ISO 9001:2015, metodología para detectar y acortar la brecha”, Septiembre, 2015. http://www.isotools.org.
7. González, H., “Hacia la madurez en la gestión”, Mayo, 2015, www.calidad-gestion.com.ar.
8. NC ISO 19011:2012 “Directrices para la auditoría de los Sistemas de Gestión”.
9. Krolikousky, J. W., “ISO 9001:2015 - Critical Points of Review during the Transition Audit Process”, PJR Webinar, 2016, www.pjr.com

TECNOAZUCAR: OPORTUNIDADES PARA LA MEJORA DEL SGC CERTIFICADO EN LA TRANSICION A LA NC ISO 9001:2015

TECNOAZUCAR: OPPORTUNITIES FOR THE IMPROVEMENT OF THE SGC CERTIFICATE IN THE TRANSITION TO THE NC ISO 9001: 2015

González I.*; Soto I.*; Hernández A. **
* TECNOAZUCAR, ivonne.gonzalez@tecnoazucar.azcuba.cu ** ICIDCA

RESUMEN
La nueva versión de la **ISO 9001:2015** constituye un gran avance hacia los modelos de excelencia en la gestión de organizaciones. La empresa TECNOAZUCAR trabaja en la transición de su Sistema de Gestión de Calidad (SGC) certificado enfrentando nuevos desafíos al incorporar además de un Sistema Integrado de Gestión de Calidad e Inocuidad, dos 2 UEB que amplían su alcance de forma directa.
El objetivo de este trabajo ha sido mostrar cómo ha determinado y enfrentado los riesgos de esta transición empleando como herramienta la autoevaluación de madurez del anexo A de la NC ISO 9004:2009 que le permitió diagnosticar el estado de los nuevos elementos que incorporan en esta versión de forma detallada, compararlos con los resultados obtenidos en el estudio de madurez del 2015, e identificando las brechas para tomando acciones que las conviertan en oportunidades para una transición exitosa en la auditoria de renovación de su certificación en octubre del 2017.
PALABRAS CLAVES: transición a la NC ISO 9001:2015, certificación, excelencia

ABSTRACT
The new version of SO 9001: 2015 is a major advance towards the models of excellence in the management of organizations. The TECNOAZUCAR company works with an Integrated System of Quality and Safety Management, which represents new challenges for its transition and Proposal of 2 UEB that are incorporated in the scope extension directly. The objective of this work was to show how the risks of this transition and faced and the use of the proposed tool to evaluate the maturity of Annex A of NC ISO 9004: 2009, Diagnosis of the new elements that are incorporated in the new version as a detailed way, and also compares it with the results of the maturity study of 2015, an identified gap determining actions that turn opportunities for a successful transition in the audit of renewal of its certification in October of 2017.
Keywords: transition to NC ISO 9001: 2015, certification, excellence

INTRODUCCIÓN

La empresa TECNOAZUCAR certificó su SGC en su primer alcance en febrero del 2015, motivado por la búsqueda de los beneficios para la mejora de la satisfacción de nuestros clientes y todas las partes interesadas del negocio. En la segunda supervisión del SGC certificado la empresa presenta la ampliación de sus alcances y logra con resultados satisfactorios certificar además de la gestión para la exportación de alcohol, ron, sorbitol y sirope rico en fructosa, la comercialización de azúcar, y sus derivados en el mercado interno para la UEB Villa Clara y un alcance integrado Calidad- HACCP, para la producción y comercialización de embutidos finos y gruesos en el centro de elaboración ¨La esperanza de esta UEB. Estos resultados evidencian la mejora de este SGC y la madurez que se va alcanzando en el camino hacia el éxito sostenido.
En junio del 2015 la empresa realizó la autoevaluación del SGC acorde al Anexo A de la NC ISO 9004:2009 donde los resultados obtenidos indicaron que la empresa se encontraba en un nivel de madurez satisfactorio con evidencias de la mejora del SGC acorde a la ISO 9001:2008. Este estudio evidenció que se había alcanzado un alto grado de acceso a la información y los datos para la toma de decisiones, con el empleo de técnicas y herramientas estadísticas que permitían profundizar en predicciones en la planificación y el desempeño de los procesos.Además permitió determinar oportunidades de mejora y establecer un plan de acción para el avance y la innovación a un nivel superior de la organización hacia el éxito sostenido.

El objetivo de este trabajo ha sido mostrar cómo se han determinado y enfrentado los riesgos de la transición a la NC ISO 9001:2015 del SGC certificado y la ampliación a nuevos alcances de la empresa, en la búsqueda de las oportunidades que nos lleven a un tránsito seguro. Se empleó la herramienta de evaluación de madurez por el anexo A de la NC ISO 9004:2009 y se presenta un diagnóstico de los nuevos elementos que se incorporan con la NC ISO 9001:2015 de forma detallada los que se compararon con los resultados del estudio de madurez realizado en el 2015 determinando acciones que conviertan en oportunidades las brechas identificadas para una transición exitosa.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar un diagnóstico del comportamiento de los nuevos criterios que incorpora la nueva versión de la NC ISO 9001:2015 se evaluaron los niveles de madurez en distintas etapas tomando como base el Anexo A de la NC ISO 9004:2009 (1,2 3):

1ra etapa: Evaluación de los niveles de madurez por un grupo de especialistas de todas las UEB (Logísticos, económicos, comerciales, técnico-productivos y dirección) (Octubre 2016). (Figura 1)

2da etapa. Comparación de los niveles obtenidos de los nuevos elementos en 2 etapas diferentes del SGC certificado. (Figuras 2 y 3 (de forma detallada y por los 6 aspectos del Anexo A respectivamente))

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores promedios de cada aspecto entre los grupos, de esta primera etapa se muestran en la Figura 1. Como puede observarse cada uno de los aspectos evaluados están en un nivel de madurez igual o superior a 3, lo que se considera un nivel satisfactorio, esto indica que existe en la organización un enfoque amplio hacia las partes interesadas, la planificación a largo plazo y el SGC se fortalece continuamente.

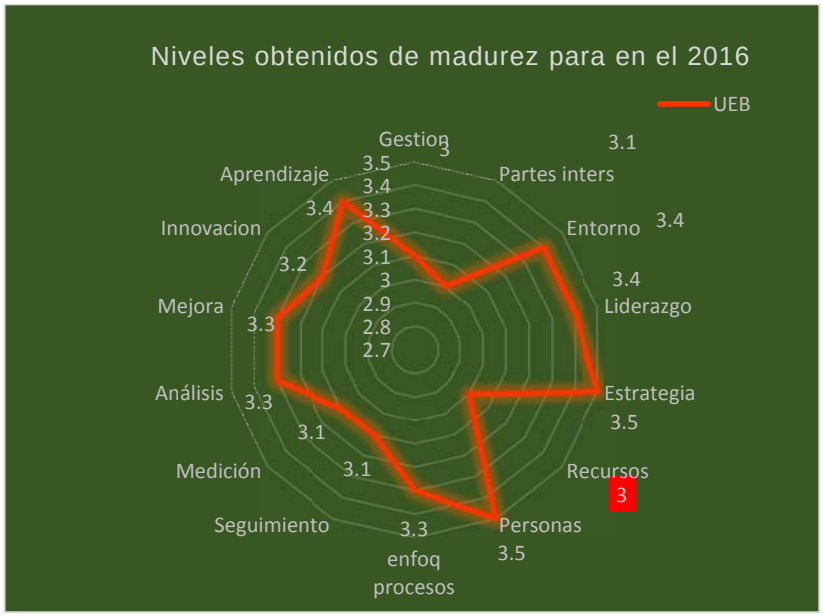


Fig.1 Valores promedios en la 1ra etapa. (Octubre 2016)

Se destacan en esta etapa también los aspectos entorno, liderazgo, estrategia, aprendizaje y personas en la organización, como mejores evaluados por encima o igual a 3,4 elementos muy importantes al evaluar el contexto de la organización, el mayor énfasis que tiene el liderazgo en esta 5ta versión, los conocimientos de la organización, la planificación estrategia y sus riesgos. Para el aspecto recursos, evaluado por los grupos como más bajo con un nivel de 3, esto puede deberse al contexto en el que ejecutan sus procesos de realización y en ocasiones elementos como distancia de la Casa matriz, disponibilidad de combustible, comunicación entre otros, hacen que los recursos y su disposición sea determinante.

Entre los riesgos que la empresa enfrenta en la transición se determinaron:

-Transitar en la renovación del SGC sus dos alcances, a solo unos meses de certificarse la UEB de Villa Clara, con un sistema integrado calidad-HACCP.
-Poco tiempo para el cambio de mentalidad hacia una nueva visión en el análisis de los riesgos por procesos e integrarlos al Sistema de Control interno.
-Que no se logre una buena comprensión y maduración de los requisitos de la NC ISO 9001:2015 por los directivos y trabajadores por disponer de un tiempo limitado para la transición a la nueva versión.
-Complejidad de la empresa para la ampliación de los alcances del SGC por incluir actividades de producción y comercialización que conlleva la coexistencia de diferentes normativas.
En la Figura 2. se muestran los resultados de la evaluación de la madurez para cada aspecto de forma detallada en dos momentos diferentes del SGC (Empresa junio 2015) y UEB (Octubre 2016)

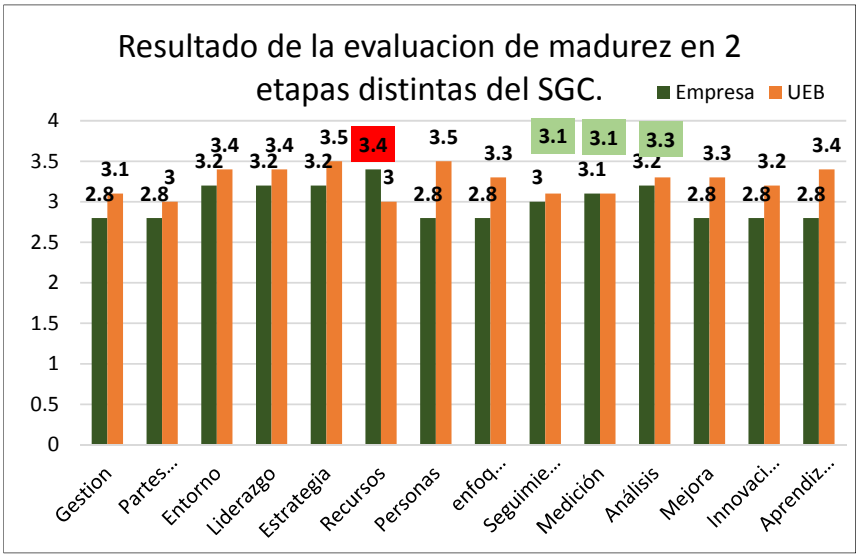


Fig.2 Evaluación de la madurez comparativa en dos momentos del SGC

Como puede verse todos los aspectos desde la visión de las UEB, muestran un nivel de madurez mayor que los evaluados por especialistas y directivos de la Casa matriz en una primera etapa en 2015, lo que indica mayor grado de madurez del SGC y un momento positivo para una transición exitosa en la ampliación de nuevos alcances. Es de destacar la evaluación obtenida para los elementos mejora, innovación y aprendizaje donde se obtuvieron valores superiores a los del año anterior (2015), lo que puede deberse a las acciones de mejora que la empresa viene llevando a cabo, entre otras, la gestión de los recursos que destina la empresa en la mejora en todas las esferas, los talleres de capacitación, el programa de atención al hombre, la comunicación y estimulación, el reconocimiento al trabajador, así como pequeños incrementos salariales por el pago por resultado, el ambiente de trabajo y sus condiciones, como aspecto positivo y de incremento en el 2016.
Es importante destacar que el estudio realizado en junio del 2015, por la norma NC ISO 9004:2009, resultó una fortaleza al indicar desde ese instante, aquellos aspectos que la empresa debía trabajar con mayor intensidad, en el camino hacia un escalón superior de madurez para el éxito sostenido que de conjunto con otras fortalezas como: la estrategia de desarrollo 2015-2024, los estudios de clima organizacional, los niveles obtenidos al evaluar la calidad percibida para clientes externos, el análisis de los riesgos en que viene trabajando, así como también el ampliar nuevos alcances en las UEB y la toma de conciencia por parte de la alta dirección, donde además de controlar la eficacia de los procesos, se comienza a tener en cuenta la eficiencia de los mismos, y continuar el aumento de una cultura empresarial basada en la calidad, capacitando de forma intensiva y la difusión de todos estos aspectos.

Si se realiza la medición para los 6 aspectos que considera la NC ISO 9004:2009 se obtiene los valores medios que se representan en la Figura 3. En este caso todos los aspectos resultan en un

estadio superior de madurez por encima de 3,2. La evaluación obtenida en cada caso (Figuras 2 y 3) ratifica la utilidad de esta Herramienta de Autoevaluación de la norma NC ISO 9004:2009 (3), para medir el grado de madurez en los nuevos elementos incorporados en la NC ISO 9001:2015 y nos permite conocer el grado de implementación al detectar aspectos fuertes sobre los que apoyarnos para la transición del SGC certificado, y enfrentar los riesgos detectados.

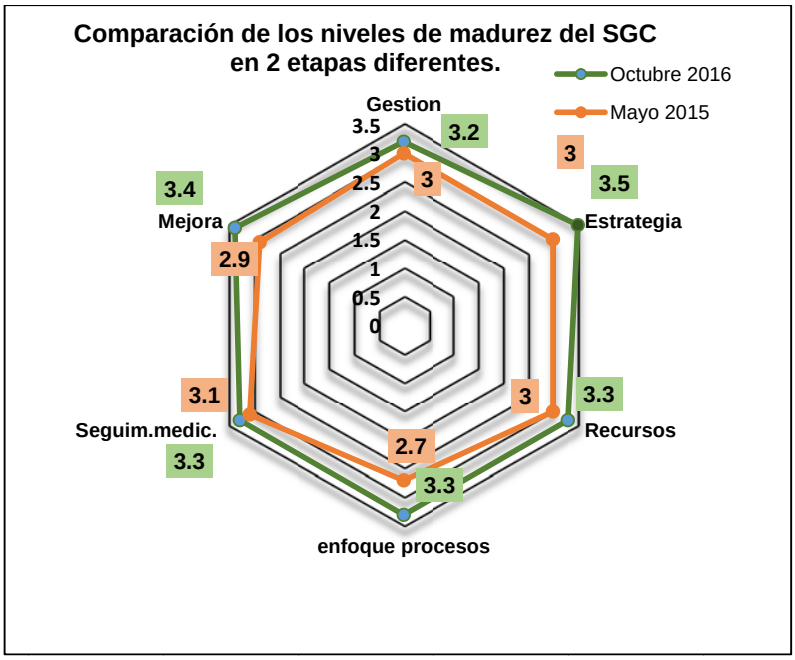


Fig. 3: Valores medios para los 6 aspectos de la NC ISO 9004:2009

Como aporte de esta segunda etapa y conocer cuan de cerca nos encontramos de la excelencia organizacional en materia de Gestión de la Calidad (4, 5,6) es más recomendable, utilizar la evaluación por cada uno de los aspectos de forma individual (Figura 2) ya que de esta forma pueden identificarse de forma más clara aspectos que aunque no se encuentren débil, se identifiquen como brechas (7) y deban ser tenidos en cuenta en las acciones para la mejora, en nuestro caso, el elemento recurso y en menor grado la gestión, la relación con las partes interesadas, el seguimiento y la medición que en la figura 3 no se detectan.

CONCLUSIONES

1-La evaluación obtenida ratifica la utilidad de la Herramienta de Autoevaluación de la norma ISO 9004:2009 en la implementación de la NC ISO 9001:2015 y conocer en qué aspectos profundizar para la transición del SGC certificado.

2- Los aspectos evaluados que aparecen como requisitos en la NC ISO 9001:2015 están en un nivel de madurez igual o superior a 3 indicando que existe en la organización un enfoque amplio hacia partes interesadas, la planificación a largo plazo y que el SGC se fortalece continuamente.

4- Los aspectos mejor evaluados en la empresa desde la visión de la UEB fueron el entorno, el liderazgo, la estrategia, el aprendizaje y las personas en la organización.

5- La empresa debe tomar en cuenta la brecha detectada desde el punto de vista de las UEB tomando acciones para mitigar su efecto en las UEB implicadas para la renovación de la certificación y la ampliación de alcances.

REFERENCIAS

1. NC ISO 9001:2015 “Sistemas de Gestión de la Calidad — Requisitos”.
2. NC ISO 9000:2015 “Sistemas de Gestión de la Calidad — Fundamentos y vocabulario”.
3. NC ISO 9004:2009 “Gestión para el éxito sostenido de una organización — Enfoque de Gestión de la Calidad”.

4. “Sistemas de Gestión de Calidad y Modelos de Excelencia”, 2015, www.PKTATTEST.net
5. González, I y col. “ TECNOAZUCAR: la certificación del SGC en el camino hacia el éxito sostenido de la empresa”
6. ISOTools Excellence, “GAP Análisis ISO 9001:2015, metodología para detectar y acortar la brecha”, Septiembre, 2015. http://www.isotools.org.
7. González, H., “Hacia la madurez en la gestión”, Mayo, 2015, www.calidad-gestion.com.ar.

LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS QUE BRINDA EL ICIDCA

QUALITY MANAGEMENT IN THE SERVICES THAT ICIDCA PROVIDES

Ortega G. M*, García T*, Vega M*, González M*, Reyes A*, Hernández A*, Ramos I*, Lorenzo M.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
e-mail: grisel.ortega@icidca.azcuba.cu

Resumen:

La gestión de la calidad es centro de interés de las organizaciones y sus responsables que han comprendido que la satisfacción y superación de las necesidades del cliente es imprescindible para permanecer en el mercado y que es una herramienta esencial para lograr eficacia en sus procesos; esto es un imperativo en muchas empresas cubanas. Se presentan las acciones encaminadas para ampliar el alcance del sistema integrado de gestión calidad-inocuidad del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), a los servicios que brinda, implementando la NC ISO 9001:2015. Se capacitó al personal que brinda servicios, se identificaron los subprocesos del proceso Servicios y se elaboró e implementó la información documentada requerida, lo cual permitirá garantizar una mejor planificación y ejecución de los servicios, con una alta calidad; elevar la satisfacción de clientes y mayor habilidad para la creación de valor agregado.
Palabras Clave: servicios científico- técnicos, asesorías, proceso, sistema de gestión.

Abstract:

The quality management is a center of interest of the organizations and their managers who have understood that the satisfaction and improvement of the client's needs is essential to remain in the market and that is an essential tool to achieve efficacy in their processes; this is an imperative in many Cuban enterprises. The actions aimed at extending the scope of the integrated quality- food safe management system of the Cuban Research Institute of the Sugar Cane By-products (ICIDCA) to the services provided, implementing NC ISO 9001: 2015, are presented. The personnel that provided services were trained, the subprocesses of the Services process were identified, and the required documented information was elaborated and implemented, which will guarantee a better planning and execution of the services, with a high quality; increase customer satisfaction and greater ability to create value added.

Key words: scientific and technical services, advisory, process, management system.

Introducción

La gestión de la calidad es el centro de interés de aquellas organizaciones y sus responsables que han comprendido que la satisfacción y superación de las necesidades del cliente es imprescindible para permanecer en el mercado. Implementar un sistema de gestión de la calidad como herramienta esencial en una organización, permite lograr eficacia en sus diferentes procesos y excelentes resultados, esto en Cuba, es un imperativo para muchas empresas.

El ICIDCA es una empresa subordinada al Grupo Azucarero AZCUBA, tiene en su misión innovar y transferir tecnologías, brindar servicios científicos–técnicos y capacitación especializada, producir y comercializar productos de alto valor agregado en el campo de la agroindustria azucarera. Numerosos son los servicios que brinda, a través de los cuales se genera una gran cantidad de ingresos, que constituyen una fuente para la sostenibilidad de la empresa.

El ICIDCA tiene un sistema integrado de gestión NC ISO 9001:2008 -NC ISO 22000:2005 (1, 2), certificado por la Oficina Nacional de Normalización, con alcance a producción de ron "Vigía". Diversas acciones se han llevado a cabo para transitar a la NC ISO 9001: 2015; se encuentra trabajando para ampliar el alcance a otras producciones (3) y a los servicios que brinda.
El objetivo del presente trabajo es mostrar las acciones encaminadas para ampliar el alcance del sistema integrado de gestión (SIG) calidad-inocuidad del ICIDCA, a los servicios que brinda a la agroindustria azucarera, implementando la NC ISO 9001:2015.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en una primera etapa, llevando a cabo una tormenta de ideas y teniendo como base el programa de transición hacia la NC ISO 9001:2015 establecido en el ICIDCA, lo cual permitió la toma de decisiones. Se utilizaron y aplicaron técnicas como encuestas, observación, entrevistas y revisión de documentos. Se definió por la alta dirección la elaboración de un cronograma de acciones con vistas a ampliar el alcance del SIG, a ejecutar durante los años 2016-2017.

Resultados y Discusión.

Para el tránsito del sistema de gestión, a la NC ISO 9001:2015, se llevaron a cabo acciones entre las que se encuentran, la capacitación en la nueva versión de la norma, del personal vinculado al sistema, actualización del levantamiento de riesgos, identificando los riesgos que inciden en la eficacia de los procesos, análisis del contexto organizacional, la revisión de la documentación, revisión de la política y del mapa de procesos, rediseño e implantación de la documentación acorde a los requisitos de esta norma.

La NC ISO 9001:2015 promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente. El enfoque a procesos permite a una organización planificar sus procesos y sus interacciones así como controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, de modo que se pueda mejorar el desempeño global de la organización (4). La identificación de los procesos tiene la finalidad de definir o precisar cuáles son los procesos que determinan la razón de ser de una organización. En la figura 1 se presenta el mapa de procesos actualizado del SIG calidad-inocuidad del ICIDCA, con sus interacciones, acorde a los requisitos de la NC ISO 9001:2015. Se identifican dos procesos considerados como estratégicos, cinco procesos considerados como clave, uno de éstos, lo constituye el proceso Servicios y cinco procesos de apoyo. Para implementar el nuevo alcance a los Servicios que brinda el ICIDCA, fue necesario elaborar un cronograma de acciones a ejecutar (tabla I).

A partir de los resultados reportados (5) referentes al diagnóstico realizado respecto a las actividades de Servicios que realiza el ICIDCA, se pudo identificar que varios subprocesos conforman el proceso clave Servicios; estos subprocesos se presentan a continuación:

- Asesoría en implantación de Sistemas de Gestión (calidad, ambiental, inocuidad de alimentos, salud y seguridad del trabajo)
- Transferencia de tecnologías
- Estudios de Factibilidad Económica y Mercado
- Asesorías científico-técnicas
- Auditorías e inspecciones de eficiencia y contabilidad azucarera
- Servicios analíticos (de azúcar, de alcohol y bebidas, de aguas y aguas residuales, microbiológicos, químicos y bioquímicos).
- Servicios de Capacitación.

- Servicios de Software

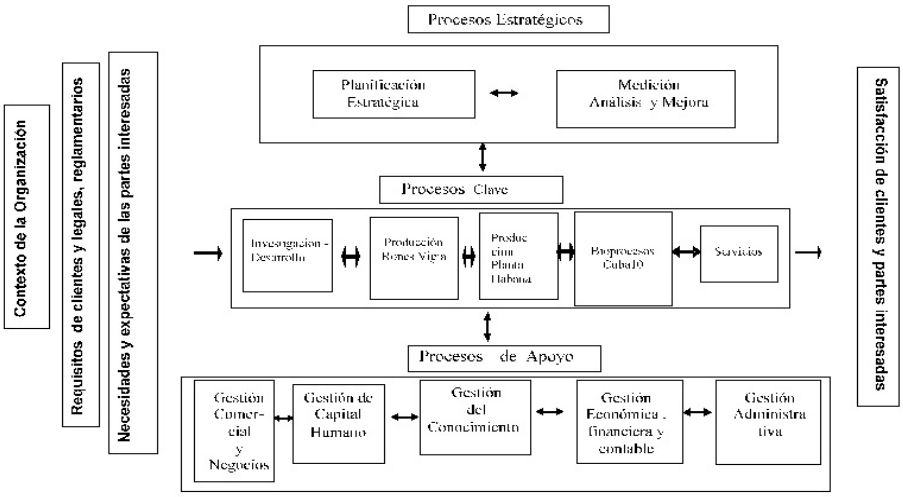


Figura 1: Mapa de procesos del ICIDCA acorde NC ISO 9001:2015

Tabla I: Cronograma de acciones para ampliar el alcance a los servicios, en el SIG ICIDCA

Etapas	Fecha de ejecución
1. Realizar un diagnóstico de la actividad de los Servicios científico-técnicos (SCT) y transferencias de tecnologías.	1-4/2016
2. Identificación de subprocesos en el proceso Servicios.	1-4/2016
3. Ejecución de Capacitación específica en temas de Gestión de la Calidad a personal vinculado a los SCT y transferencias de tecnologías.	1-5/2016
4. Realizar la revisión documental en los subprocesos relacionados con el proceso Servicios.	5-7/2016
5. Diagnosticar el estado del equipamiento del ICIDCA, que incide en la realización de los Servicios.	6-7/2016
6. Elaboración de documentos de gestión de la calidad en los subprocesos identificados del proceso Servicios.	6/2016-4/2017
7. Implantar el alcance a los servicios. (Implantación de la documentación)	5-10/2017
8. Realizar Auditoría interna al sistema integrado de gestión con alcance a los servicios.	10/2017
9. Identificar las oportunidades de mejora.	10/2017
10. Valorar implantación del sistema con alcance a Servicios con vistas a solicitar el proceso de certificación.	10-12/2017

La calidad debe constituirse en una competencia y un valor de los trabajadores, por lo que fue necesario trasmitir a todo el personal vinculado a la actividad de servicios y a la alta dirección, los requisitos de sistema de gestión de la Calidad según NC ISO 9001:2015, ejecutándose los siguientes seminarios/cursos de capacitación (tabla II).

Tabla II: Capacitación en Gestión de la Calidad

Cursos/Seminarios
1. Seminario Actualización en Gestión de la Calidad y cambios en la norma NC -ISO 9001: 2015, a la alta dirección.
2. Curso Sistema Gestión Calidad NC- ISO 9001:2015 al personal vinculado a los Servicios en las Direcciones/ Procesos afines.
3. Curso Formación de auditores internos y gestores de sistemas de gestión de la calidad según NC-ISO 9001:2015.

La capacitación permitió adquirir una cultura en la organización para implementar el sistema de gestión de la calidad acorde a la NC ISO 9001:2015, el conocimiento sobre los cambios de esta norma respecto a la versión del 2008, teniendo en cuenta el importante papel del Liderazgo y el pensamiento basado en riesgos. Así también brindó las herramientas necesarias para ejecutar auditorías internas y/o asesorías en Sistemas de Gestión de la Calidad con enfoque NC ISO 9001: 2015 y permitió incrementar la cantidad de auditores en el centro.

Se diagnosticó el estado del equipamiento del ICIDCA utilizado para brindar los servicios analíticos, reportándose un cumplimiento del plan de calibración/verificación para dichos equipos según se reporta (5).

El sistema de gestión de la calidad según los requisitos de la NC ISO 9001: 2015 incluye la información documentada requerida por esta norma y la que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión de la calidad (4). Al revisar la documentación existente, se detectó que en todos los subprocesos, no se cuenta con la información documentada acorde a la NC ISO 9001:2015. Por lo que se elaboraron documentos en los diferentes subprocesos, que permiten evidenciar la realización de las actividades referentes a los servicios con enfoque de NC ISO 9001:2015. Se elaboraron e implantaron fichas para cada subproceso del Proceso Servicios, estableciéndose en éstas la interrelación con los procesos identificados en el SIG, se incluyeron las entradas y salidas en cada subproceso, los indicadores para evaluar la eficacia de los subprocesos y del proceso Servicios, los recursos, riesgos asociados a cada uno, su evaluación y las oportunidades. Se elaboraron e implantaron procedimientos específicos y registros de trabajo. Posteriormente se procederá a ejecutar las restantes etapas planificadas.

Conclusiones

Se capacitó al personal vinculado a los servicios, se identificaron los subprocesos y se elaboró e implementó la información documentada requerida en el proceso Servicios acorde los requisitos de NC ISO 9001:2015. Con el cumplimiento de dichas acciones según lo planificado se garantizará la implementación del SIG con alcance a los Servicios, permitiendo una mejor planificación y ejecución de los servicios que presta el ICIDCA a la agroindustria azucarera y a otras ramas de la economía, con una alta calidad así como elevar la satisfacción de los clientes y mayor habilidad para la creación de valor agregado.

Referencias

1. NC ISO 9001:2008**.** Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
2. NC ISO 22000:2005**.** Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria.
3. Ortega G., et al. (2015). Experiencias en la implementación de un nuevo alcance en el sistema integrado de gestión del ICIDCA. Memorias Congreso Internacional Sobre Azúcar y Derivados Diversificación 2015, La Habana, Octubre. ISBN 978-959-7165-484.
4. NC ISO 9001:2015**.** Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
5. Ortega G., et. al. (2016). Diagnóstico de la actividad de los servicios del ICIDCA. Informe. Proyecto 629: Gestión de la Calidad en los servicios del ICIDCA que se brindan a la agroindustria azucarera. ICIDCA. Abril.

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE AZÚCAR CRUDO. ESTUDIO DE CASO UEBCA URUGUAY DE SANCTI SPÍRITUS

SYSTEM OF ACTION OF QUALITY FOR THE INDUSTRIAL PRODUCTION OF RAW SUGAR. STUDY OF CASE UEBCA URUGUAY DE SANCTI SPÍRITUS

C. Peña, E. Casanova, R. Consuegra, M. Alfonso
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.
Carlos.pena@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El Grupo AZCUBA ha planteado la necesidad del diseño e implantación de Sistemas de Gestión de Calidad en el sector agroindustrial azucarero y en concordancia con ello ha establecido en su estrategia perspectiva y plan de calidad anual. Bajo estos preceptos, se realizó el diseño e implantación del Sistema de Gestión de la Calidad. Los primeros resultados de la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad en la UEBCA muestran un impacto positivo en los indicadores de eficacia del proceso de fabricación de azúcar crudo, toda vez que se incrementó el porcentaje de cumplimiento del pH del jugo clarificado, se disminuyó la caída de pureza entre el jugo primario y mezclado, así como se experimentó una mejora en los indicadores de calidad del azúcar, relacionados con los parámetros de Pol, Humedad, Reductores y Color ICUMSA, equiparándose los mismos a los exigidos por el mercado internacional para la comercialización de este producto.
Palabras Claves: calidad, azúcar, gestión.

ABSTRACT

The Group AZCUBA has outlined the necessity of the design and installation of Systems of action of quality in the sugar agroindustrial sector and in agreement with it has settled down in its strategy perspective and plane of annual quality. Under these precepts, was carried out the design and installation of the System of Action of the Quality. The first results of the installation of the System of Action of the Quality in the UEBCA show a positive impact in the indicators of effectiveness of the process of production of raw sugar, all time that the percentage of execution of the pH of the clarified juice was increased, was diminished the fall of purity among the primary and blended juice, as well as an improvement was experienced in the indicators of quality of the sugar, related with the parameters of Pol, Humidity, Reducers and Color ICUMSA, being compared the same ones to those demanded by the international market for the commercialization of this product.
Key words: quality, sugar, action.

INTRODUCCIÓN

Los Lineamientos de la Política Económica del Partido Comunista de Cuba 132, 142 y 216 (1,2,3) establecen que se debe fomentar una adecuada infraestructura técnica de normalización, metrología, control de calidad y resguardo de la propiedad industrial, así como garantizar la elevación de la calidad en los productos y servicios que se brindan a la población. La industria azucarera o del azúcar y sus derivados están dentro de los sectores económicos priorizados, la producción de azúcar, otrora principal renglón económico cubano por amplio margen, continúa ejerciendo impacto actual y futuro en la economía nacional. El cuadro anterior condiciona la necesidad del diseño e

implantación de Sistemas de Gestión de Calidad en el sector agroindustrial azucarero y en concordancia con ello, el presente trabajo se relaciona con el diseño e implantación de un Sistema de Gestión de Calidad en la fábrica de azúcar Uruguay basado según la NC ISO 9001 (4), que es una de las mayores productoras de este renglón en el país, cuyo destino final lo constituyen fundamentalmente las exportaciones.

MATERILAES Y MÉTODOS

El Sistema de Gestión de la Calidad se diseña teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la norma NC-ISO 9001, en cada uno de sus acápites, para ello se siguieron los pasos siguientes (6):

- Diagnóstico de la Organización con respecto a la calidad
- Determinación del alcance del SGC
- Identificación de los procesos y subprocesos necesarios, así como sus interrelaciones, para los cuales se confecciona una ficha con los siguientes elementos:

-Nombre del proceso o subproceso.
- Responsable.
- Objetivo y alcance.
- Misión.
- Requisitos de calidad de las entradas.
- Requisitos de calidad de las salidas.
- Descripción del proceso o subproceso.
- Controles necesarios.
- Riesgos asociados al cumplimiento de los objetivos y la eficacia.

- Documentación necesaria de acuerdo al alcance del SGC y los requisitos de la norma
- Implantación del SGC, mediante seminarios de capacitación a todo el personal involucrado.
- Auditoría interna de Calidad.
- Revisión por la Dirección.
- Propuestas para la mejora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado puede plantearse que el diagnóstico de la calidad efectuado, como paso previo al diseño del SGC, posibilitó conocer la situación que presentaba la UEBCA Uruguay con relación al cumplimiento de los requisitos de la norma y definir un plan de acción para el diseño e implantación del sistema, que facilitó la realización del proceso en un tiempo relativamente breve.
Fueron identificados todos los procesos estratégicos, claves y de apoyo involucrados en el SGC para el alcance determinado, así como su secuencia e interrelación, lo que permitió definir, de manera relativamente fácil, la estructura documental del Sistema. El amplio proceso participativo que implicó esta tarea creó un clima favorable para organizar y mejorar los procesos de toda la organización.

Tabla I: Procesos identificados en el diseño del SGC.

Código	Procesos	Clasificación
P 01	Planificación	Estratégico
P 02	Mejora continua	Estratégico
P 03	Producción de Azúcar Crudo	Clave
P 04	Recursos Humanos	Apoyo
P 05	Comercialización	Apoyo
P 06	Centro de Acopio	Apoyo
P 07	Compra de Materias Primas	Apoyo
P 08	Compra de Materiales, Insumos y Servicios	Apoyo
P 09	Mantenimiento	Apoyo

Se elaboró las fichas de procesos, los procedimientos, instrucciones y los formatos de los registros requeridos para la operación del SGC.

La identificación de los riesgos asociados al incumplimiento de los objetivos generales de la organización y los específicos de cada proceso y subproceso permitió adoptar acciones para prevenir y eliminar las causas de no conformidades potenciales, que afectan la eficacia del sistema.

Los resultados preliminares de la implantación del SGC, demuestran las potencialidades de esta herramienta de dirección para elevar la eficacia en la fabricación de azúcar crudo en la UEBCA Uruguay, así como la mejora continua del desempeño de esta organización tal y como se muestra a continuación.

La UEBCA Uruguay, identificó a partir del análisis de datos derivados de la culminación de la zafra antes de la implantación del sistema , una serie de incumplimientos que afectaron de manera directa o indirecta la eficacia del proceso de producción de azúcar crudo, las cuales a su vez constituyen oportunidades de mejora, entre las que se encontraban:

- Elevado porciento de incumplimiento del pH del Jugo Clarificado.
- Caída de pureza del Jugo Primario al Jugo Mezclado alta.
- Elevado color ICUMSA en el azúcar.
- Contenido de Pol en azúcar por debajo de la norma.
- Humedad en azúcar alta.
- Contenido de azúcares reductores en el producto final por encima del valor de la norma.

A partir de ahí se adoptaron una serie de acciones correctivas de las cuales mostramos 2 como ejemplo, así como los resultados obtenidos de manera preliminar:

Acción correctiva 1: Regulación automática de la segunda etapa de alcalización del jugo.

Se apreció que hubo un incremento significativo del porciento de cumplimiento del pH del jugo clarificado de un 68 a un 92 porciento, aspecto que contribuye a disminuir las pérdidas de sacarosa por inversión en esta etapa del proceso.

Acción correctiva 2: Cambio de puntos de aplicación de inhibidor enzimático IFOPOL.

Se apreció una disminución considerable de la caída de pureza de una zafra con respecto a la otra de 2,2 a 1,3 porcineto, aspecto que impacta positivamente en la eficacia y la eficiencia del Ingenio y en la calidad del producto final obtenido.

Por otra parte, la regulación más rigurosa del pH y la descontaminación derivada de un mejor uso de IFOPOL contribuyeron a mejorar los indicadores de calidad del azúcar relacionados con los parámetros de Pol, Humedad, Reductores y color ICUMSA.

Tabla II: Comportamiento de los requisitos de calidad del azúcar crudo.

Periodo	% Humedad	% Pol	% Ceniza	Color Horne	Color ICUMSA	% Az. Reductores
Antes del SGC	0,16	99,06	0,20	15	1746	0,21
Después del SGC	0,14	99,20	0,18	11	1593	0,15

CONCLUSIONES

1. Los primeros resultados de la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad en la UEBCA, muestran un impacto positivo en los indicadores de eficacia del proceso de fabricación de azúcar crudo, toda vez que se incrementó el porciento de cumplimiento del pH del jugo clarificado, se disminuyó la caída de pureza entre el jugo primario y mezclado, así como se experimentó una mejora en los indicadores de calidad del azúcar, relacionados con los parámetros de Pol, Humedad, Reductores y Color ICUMSA, equiparándose los mismos a los exigidos por el mercado internacional para la comercialización de este producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del partido y la Revolución. Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente. Lineamiento 132 "Perfeccionar las condiciones organizativas, jurídicas e institucionales para establecer tipos de organización económica que garanticen la combinación de investigación científica e innovación tecnológica, desarrollo rápido y eficaz de nuevos productos y servicios, su producción eficiente con estándares de calidad apropiados y la gestión comercializadora interna y exportadora, que se revierta en un aporte a la sociedad y en estimular la reproducción del ciclo". Primera Conferencia Nacional del PCC. 29 Enero 2012.
2. Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del partido y la Revolución. Política Social. Lineamiento 142 "garantizar la elevación sistemática y sostenida, de la calidad de los servicios que se brindan a la población, y el rediseño de las políticas vigentes, según las posibilidades de la economía. Primera Conferencia Nacional del PCC. 29 Enero 2012.
3. Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del partido y la Revolución. Política Industrial y Energética. Lineamiento 216 "Mejorar la infraestructura técnica de normalización, metrología y calidad, en correspondencia con los objetivos priorizados de la exportación y la sustitución de importaciones. Primera Conferencia Nacional del PCC. 29 Enero 2012.
4. Oficina Nacional de Normalización. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos, NC ISO 9001: 2008. La Habana: ONN, 2008.

COMPARACIÓN ENTRE LAS NORMAS CUBANAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL COLOR EN AZÚCARES Y EL MÉTODO DE REFERENCIA DEL ICUMSA

COMPARISON BETWEEN COLOR DETERMINATION CUBAN STANDARDS IN SUGARS AND ICUMSA REFERENCE METHOD

Mabel Viñals Verde[1], Alejandra M. Sánchez Herrera[1], Dolores Cordero Fernández[1], Caridad Ramos Miranda[1], Kenia Davis March[2], Laydel Espinosa[2].

[1]Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
[2]Cuba Control
mabel.vinals@icidca.azcuba.cu

Resumen

En los laboratorios de los centrales azucareros cubanos no se encuentra implementado el método GS9/l/2/3-8 (2011) Determinación del color en solución del azúcar a pH 7,0 por el método con Tampón MOPS - Oficial (de Referencia) que se utiliza actualmente como método de determinación del color en las contrataciones para el control de calidad del azúcar crudo a granel que se exporta. Con vista a determinar las diferencias entre los métodos y utilizarlo como herramienta para determinar si el azúcar producido en los centrales para la exportación cumple con los requisitos estipulados en los contratos y de esta forma evitar penalizaciones, se realizó un análisis comparativo entre las normas cubanas para determinación en color en azúcar crudo y azúcar blanco con el método de referencia de determinación del color del ICUMSA.
Palabras claves: color, azúcar crudo, azúcar blanco

Summary

In the laboratories of the Cuban sugar mills, the method GS9/l/2/3-8 (2011) “Color determination at pH 7,0 in sugar solution by the method with Buffer MOPS - Official (Reference)” is not implemented, which is currently used as a method of color determination in contracting for the quality control of raw sugar exported. In order to determine the differences between methods and to use it as a tool to verify if sugar to export, produced in sugar mills, complies with stipulated requirements in contracts and thus avoid penalties, a comparative analysis was carried out between Cuban color determination standards in raw sugar and white sugar with the ICUMSA color determination reference method.
Key words: color, raw sugar, white sugar.

Introducción

El sector azucarero en Cuba siempre ha dedicado un porciento importante de su producción a la exportación. Actualmente aunque la producción es mucho menor que hace 20 años sigue dedicando casi un 50 % a ese propósito. Por lo descrito anteriormente es que se hace importante que el procesamiento industrial de la caña de azúcar se controle por métodos analíticos similares a los que utilizan otros países azucareros que también tributan su producto a un mercado globalizado.

El ICUMSA (Intemational Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) es una corporación mundial que reúne las actividades de los Comités Nacionales para el Análisis de Azúcar en más de treinta estados miembros. En primera instancia ICUMSA recomienda los métodos para una aprobación Tentativa. Una vez satisfechas todas las exigencias de la Comisión los métodos adquieren el estado Oficial. Cuando existe más de un método para el mismo parámetro y rango de aplicación, se asigna a uno de ellos el estado de Oficial (de Referencia). Estos Métodos Oficiales (de Referencia) debieran ser utilizados en caso de litigios en la comercialización (1).

En Cuba se utiliza para la determinación de color en azúcar crudo en los laboratorios de los Centrales la norma (NC 82:2013 Determinación de color en una solución de azúcar crudo – Método fotocolorimétrico) (2) y para la determinación de color en azúcar blanco la NC 382:2005 Determinación de color en una solución de azúcar blanco – método fotocolorimétrico (3).
El método GS9/l/2/3-8 (2011) Determinación del color en solución del azúcar a pH 7,0 por el método con Tampón MOPS - Oficial (de Referencia) es aplicable a azúcares blancos de plantación, azúcares crudos, azúcares crudos afinados y azúcares de muy poco color, siempre que sea posible preparar una solución filtrada con el procedimiento especificado en este método. EI método está concebido para azúcares cuyo color en solución sea inferior a 16 000 Unidades ICUMSA a pH 7,0 (4, 5).
Este método ha sido designado como Método Oficial ICUMSA (de Referencia) por lo que es el método que ICUMSA recomienda para la Determinación del Color en Azúcar Blanco y Azúcar Crudo, con preferencia con respecto a los Métodos GS 1/3-7 y GS2/3-10. Sin embargo debe tenerse en cuenta que este método da resultados equivalentes al Método GS2/3-10 hasta un valor máximo de 50 Ul (1).
En la actualidad este método, por ser referencia del Manual ICUMSA, sirve como base para contratos de compra de azúcar. Es aplicado en el análisis de las muestras de azúcar de exportación, de litigio entre dos o más laboratorios de control de la calidad del azúcar entre el cliente extranjero y algún laboratorio de control de la calidad del producto exportado.
El objetivo de este trabajo es comparar los resultados obtenidos para la determinación del color con los procedimientos normados NC 82:2013 Determinación de color en una solución de azúcar crudo – Método fotocolorimétrico para muestras de azúcar crudo y NC 382:2005 Determinación de color en una solución de azúcar blanco – método fotocolorimétrico para azúcares blanco con los resultados obtenidos con el método de referencia de ICUMSA para la determinación del color (GS9/l/2/3-8 (2011).

Materiales y Métodos

El estudio comparativo se realizó con muestras de azúcar crudo y azúcar blanco de diferentes UEB Centrales Azucareros, en el primer trimestre del 2017.
Azúcar blanco: 10 muestras de azúcar blanco de diferentes UEB refinerías de azúcar del país. Estas fueron debidamente diluidas y filtradas de acuerdo a los procedimientos de la NC 382:2005 y GS9/1/2//3-8 del Manual de técnicas analíticas del ICUMA del 2013.
Azúcar crudo: Muestras tomadas de diferentes UEB CA del país. Estas fueron debidamente diluidas y filtradas de acuerdo a los procedimientos NC 82:2013 y GS9/1/2//3-8 del Manual de técnicas analíticas del ICUMA del 2013.
Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS Centurión XV, con el objetivo de identificar las diferencias estadísticas entre los métodos.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran los valores del color realizado por los métodos GS9/1/2//3-8 del ICUMA del 2013 y la NC 382:2005 observándose que los valores por los dos métodos difieren que es corroborado por el análisis estadístico de estos valores donde se evidencia que existen diferencias significativas entre los métodos de determinación de color para muestras de azúcar blanco a un 95% de confianza (Tabla I).

Tabla I. Análisis de varianza de los resultados de la determinación del color a muestras de azúcar blanco por los métodos GS9/1/2//3-8 del ICUMSA del 2013 y la NC 382:2005.

Fuente	***Suma de Cuadrados***	***Gl***	***Cuadrado Medio***	***Razón-F***	***Valor-P***
Entre grupos	15512,4	1	15512,4	14,41	0,0013
Intra grupos	19380,5	18	1076,69		
Total (Corr.)	34892,9	19			

La diferencia promedio entre los valores de color por estos dos métodos está entre 30 y 90 UI. Aunque las muestras analizadas según la Norma NC 377:2013 Azúcares blancos – especificaciones se encuentran dentro de las especificaciones de color de los azúcares blancos por los dos métodos analizados.

Tabla II Diferencia entre los resultados de los análisis de determinación de color por el método ICUMSA GS9/1/2//3-8 y la NC 382:2005 en muestras de azúcares blanco.

Muestra	Diferencia
AB-1	40
AB-2	34
AB-3	88
AB-4	80
AB-5	47
AB-6	75
AB-7	72
AB-8	29
AB-9	49
AB-10	43

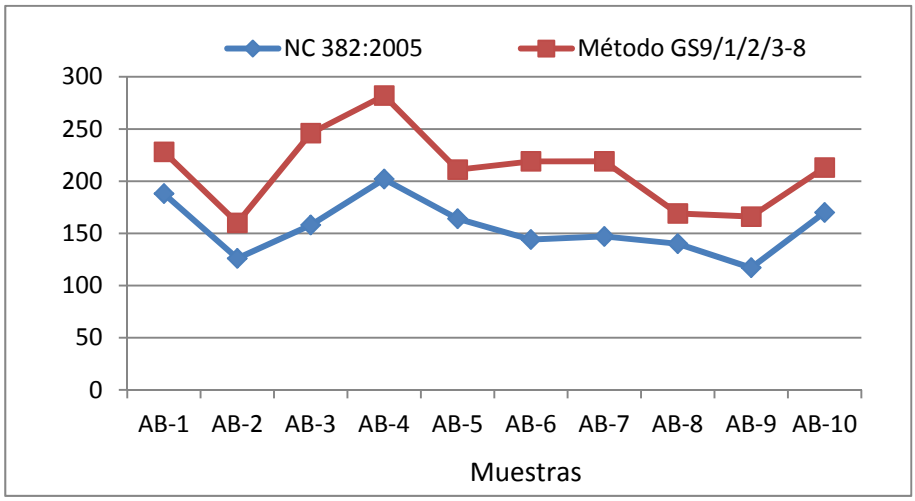


Figura 1. Resultados de la determinación del color por el método ICUMSA GS9/1/2//3-8 y la NC 382:2005 en muestras de azúcares blanco.

En la tabla Figura 2 se muestran los colores reportados por los dos métodos estudiados para las muestras de azúcar crudo. Se puede observar que estas divergen y se comprueba con el análisis estadístico que existen diferencias significativas entre los métodos ICUMSA GS9/1/2//3-8 y la NC 82:2013 para la determinación del color en muestras de azúcar crudo.

Tabla III. Análisis de varianza de la turbidez del jugo clarificado obtenida por el uso de los floculantes (Z, K y Q) en la UEB 30 de noviembre.

Fuente	***Suma de Cuadrados***	***Gl***	***Cuadrado Medio***	***Razón-F***	***Valor-P***
Entre grupos	2,39086E6	1	2,39086E6	25,73	0,0001
Intra grupos	1,6723E6	18	92905,5		
Total (Corr.)	4,066316E6	19			

La diferencia entre los valores de color por la NC 82:2013 y el Método de MOPS (GS9/1/2//3-8) (Tabla IV) se encuentra entre 400 y 900 UI en las muestras analizadas. Teniendo en cuenta esto podemos predecir que los resultados obtenidos por la norma cubana pueden estar dentro de los requisitos que debe cumplir el azúcar para tener calidad exportable y sin embargo cuando esta azúcar sea analizada con el método ICUMSA de referencia para la determinación del color en los laboratorios de los puertos o internacionales, este azúcar crudo a granel reporta colores muy próximos a los valores contratados con el cliente o superiores por lo que nuestra azúcar puede ser penalizada.

Para garantizar la calidad del azúcar de exportación es importante obtener en nuestros centrales azucareros azúcar crudo a granel que cumpla con los requisitos contratados y para ello es importante realizarle al azúcar almacenada en los almacenes y en el puerto, el color por el método de MOPS o tener en cuenta que los valores obtenidos en el laboratorio por la norma NC 82:2013 deben estar aproximadamente 700 UI por debajo de los requisitos contratados.

Tabla IV. Diferencia entre los resultados de los análisis de determinación de color por el método ICUMSA GS9/1/2//3-8 y la NC 82:2013 en muestras de azúcar crudo.

Muestra	Diferencia
AC-1	482
AC-2	684
AC-3	642
AC-4	425
AC-5	824
AC-6	925
AC-7	740
AC-8	608
AC-9	716
AC-10	869

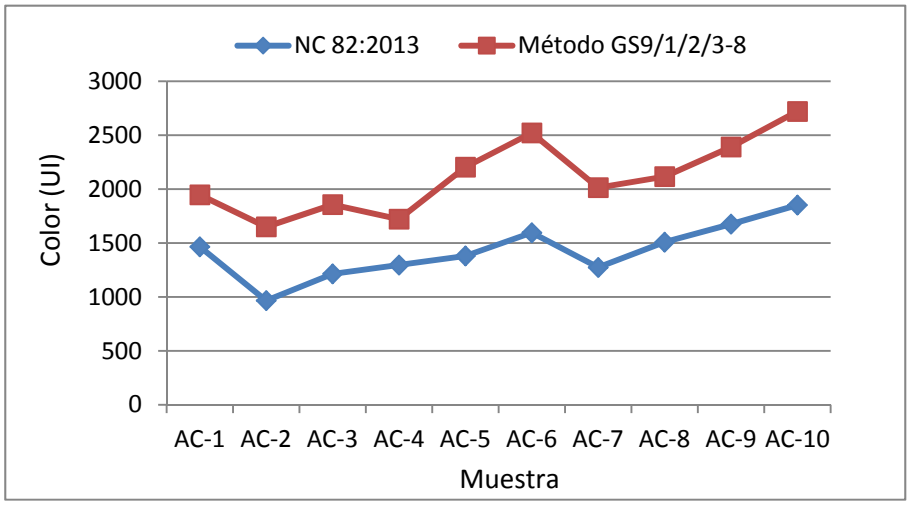


Figura 2. Resultados de la determinación del color por el método ICUMSA GS9/1/2//3-8 y la NC 82:2013 en muestras de azúcar crudo.

Conclusiones

- La determinación del color por los procedimientos normados en las NC 382:2005 y NC82:2013 para azúcares blanco y azúcar crudo difieren significativamente de los resultados obtenidos por el método de referencia del ICUMSA GS9/1/2//3-8.
- Las muestras de azúcares blancos analizados presentan diferencias significativas en cuanto al color por los dos métodos pero no incumplen las especificaciones de calidad del producto con respecto a este parámetro.
- Las muestras de azúcar crudo presentan una diferencia apreciable (400-900 UCI) entre los resultados de color por los dos métodos analizados.
- Se recomienda a los centrales azucareros que producen azúcar crudo para la exportación garantizar que los resultados de color del azúcar producida y determinada por la NC 82:2013 esté aproximadamente ente 600 y 1000 UCI para garantizar el cumplimiento de los requisitos de los contratos de azúcar y evitar penalizaciones.

Referencias

1. ICUMSA Methods Book, 2013.
2. Norma Cubana NC 382:2005 Determinación de color en una solución de azúcar blanco – Método fotocolorimétrico para azúcares blanco, 2005
3. Norma Cubana NC 82:2013 Determinación de color en una solución de azúcar crudo – Método fotocolorimétrico, 2013
4. Proce. Intering 24th Seccion ICUMSA, 90-91. 2004
5. Schneider F, ed. Sugar Analysis: ICUMSA Methods, 125 – 126. 1979

EL ANÁLISIS DE CAUSA EN RESPUESTA A UNA NO CONFORMIDAD EN EL CONTEXTO DE ISO/IEC 17025

ANALYSIS OF CAUSE IN RESPONSE TO NON-CONFORMITY IN THE CONTEXT OF ISO / IEC 17025

Autores: Lorenzo Izquierdo M., Reyes Linares A.; Herrera Marrero N.; Borroto Mato D.; Mato Pérez S.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) e-mail: magdalena.lorenzo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La Norma ISO/IEC 17025:06 contiene todos los requisitos que debe cumplir un laboratorio de ensayo y/o calibración si desea demostrar que posee competencia técnica.
El Laboratorio de Alcoholes y Bebidas (LABEB) revisa un conjunto de requisitos determinantes para la obtención de resultados confiables, tales como: fuentes de trazabilidad al Sistema Internacional (SI), la mejor capacidad de medición como elemento de incertidumbre de las mediciones y la participación en Ensayos de Aptitud (EA). El presente trabajo tiene como objetivo presentar los puntos más relevantes del procedimiento utilizado en el análisis de causas en respuesta a una no conformidad detectada en el laboratorio de ensayo LABEB a partir de analizar el informe de resultados del ensayo de aptitud (EA), realizado con 28 laboratorios con su coordinador en Grecia en enero de 2016. El análisis de causa realizado y la acción correctiva tomada por el laboratorio demuestran la confiabilidad de los datos resultantes.
Palabras claves: Ensayos de Aptitud, trazabilidad, análisis de causas.

ABSTRACT

ISO / IEC 17025:06 contain all the requirements that a test and / or calibration laboratory must meet if it wishes to demonstrate that it has technical competence.
The laboratory of Alcohols and Beverages (LABEB) reviews a set of determining requirements to obtain reliable results, such as: sources of traceability to the International System (SI), the best measurement capacity as an element of uncertainty of measurements and participation in Proficiency Testing (EA). This paper aims to present the most relevant points of the procedure used in the analysis of causes in response to a non-conformity imposed in the LABEB test laboratory from the analysis of the results report of the EA, carried out with 28 laboratories with its coordinator in Greece in January 2016.
Key words: Proficiency Testing, traceability, analysis of causes.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los requisitos relativos a la gestión, encontramos en el acápite 4.11.2 el análisis de causa derivado de una acción correctiva tomada en el laboratorio. El procedimiento de acciones correctivas siempre debe comenzar con una investigación para determinar la o las causas raíz del problema que es la parte más importante y en ocasiones, la más difícil. Frecuentemente ésta no es evidente y se requiere de un análisis cuidadoso de todas las causas potenciales del problema, que podrían incluir los requisitos del cliente, las muestras, las especificaciones relativas a las muestras, los métodos y procedimientos, las habilidades y la formación del personal, los materiales consumibles o los equipos y su calibración. (NC-ISO/IEC 17025:06).

El ensayo de aptitud (EA) es una evaluación periódica independiente del desempeño del laboratorio y, en consecuencia, una herramienta importante para asegurar la validez y fiabilidad de los resultados. Este Ensayo de Aptitud se realiza con el fin de que los laboratorios participantes puedan brindar evidencias de su desempeño en la determinación de grado alcohólico y compuestos como acetaldehído, acetato de etilo, acetal, metanol, 1-propanol, isobutanol, 1- butanol, 2-metil-1-butanol y alcohol isoamílico por cromatografía de gases en matrices de bebida destilada, el ensayo desarrollado por el laboratorio LABEB esta validado y acreditado desde el año 2007.

MATERIALES Y MÉTODOS

NC 290: 2007: Bebidas alcohólicas- Determinación del grado alcohólico en alcoholes, bebidas alcohólicas destiladas, vinos, licores, bebidas alcohólicas preparadas, cocteles y extractos hidroalcohólicos.
NC 508: 2011: Bebidas alcohólicas- Determinación de componentes volátiles mayoritarios en bebidas alcohólicas destiladas, aguardientes y alcohol etílico por cromatografía gas líquido.
Informe final: SCHEMA 12 06 Determination of parameters in spirit drinks Athens, January 2016.
Informe final: SCHEMA 12 07 Determination of parameters in spirit drinks, Athens, January 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según consta en el informe que se recibió por parte del coordinador del ensayo de aptitud (EA) los resultados de los ensayos (clave del laboratorio DRN02): grado alcohólico por densimetría digital y determinación de componentes mayoritarios por cromatografía de gases, se muestran en la tabla I.

Tabla I: Relación entre el valor asignado, el obtenido y el Z-score para cada parámetro.

Parámetros	Valor asignado y Desvst. σ_s	Valor obtenido	Z-score
Grado alcoh.(20 ^{o}C, % vol)	45.82± 0.17	45.95	0.8
acetaldehído	40.1 ± 6.86	40.1	0
acetato de etilo	149.8 ± 10.19	146.5	-0.3
acetal	16.8±2.18	19.7	1.4
metanol	169.1±7.78	162.4	-0.9
2 butanol	1.6±0.18	1.2	-2.2
1-propanol	40.2±1.65	41.0	-0.1
isobutanol	41.2±2.14	41.2	0
1-butanol	1.5±0.16	1.4	-0.6
2-metil-1-butanol	34.7±2.50	36.1	0.6
isoamílico	138.4±10.10	133.8	-0.5

Se evidencian resultados satisfactorios ya que los valores de z-score obtenidos para todos los parámetros analizados tuvo resultados absolutos ≤ 2, a excepción del compuesto 2-butanol que en este caso el resultado es cuestionable ya que cae en el intervalo $2 < |z| < 3$.
Cuando un laboratorio acreditado obtiene cualquier resultado no satisfactorio o cuestionable con respecto al criterio de aceptación utilizado en un Programa de EA, presentará al ONARC un análisis de las causas que provocaron tales resultados así como las acciones correctivas propuestas en un término no mayor de 2 meses a partir de la fecha en que reciben el informe final.

Estas acciones estarán dirigidas a demostrar la aptitud para el ensayo o calibración en particular, basadas principalmente, en datos de un estudio estadístico de control de calidad realizado internamente y/o con la obtención de resultados satisfactorios en otra ronda o en un nuevo Programa de EA. El seguimiento a estas acciones correctivas se realizará en la próxima vigilancia que le corresponda al laboratorio.
A partir de esta evidencia el laboratorio realiza la toma de una acción correctiva y análisis de causa para este resultado, se tiene en cuenta que podría esto deberse a que el 2-butanol es un compuesto que se presenta en pequeñas concentraciones y sale directamente en la cola del compuesto etanol de alta concentración, se toma como medida modificar el método con una disminución del flujo de hidrógeno con la que se logra que eluya más lento y se logra realizar la integración sin dificultad, los resultados se muestran en la figura 1.

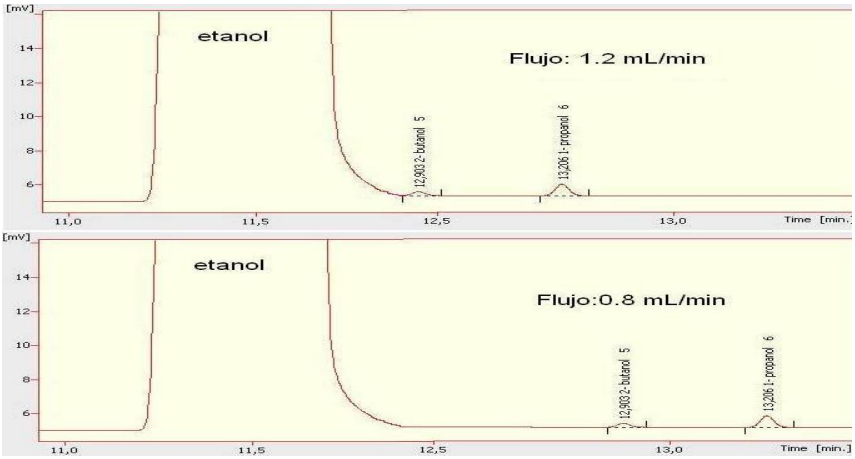


Figura 1. Cromatogramas con los compuestos etanol, 2-butanol y 1-propanol con variación en el flujo del gas portador.

Se participó en un segundo EA (Schema 12 07), los resultados de los ensayos: grado alcohólico por densimetría digital y determinación de 2 butanol por cromatografía de gases, se muestran en la tabla II.

Tabla II: Relación entre el valor asignado, el obtenido y el Z-score para cada parámetro.

Parámetros	Valor asignado y Desvst. σ_s	Valor obtenido	Z-score
Grado alcoh.(20 ^{o}C, % vol)	38.95± 0.39	38.99	0.3
2 butanol	3.2±0.3	2.9	-1.1

Al analizar el valor obtenido para Z-score se obtuvo un resultado satisfactorio para este compuesto, reflejando que la medida propuesta en el análisis de causa había resultado efectiva.

CONCLUSIONES

El análisis de causa realizado y la acción correctiva tomada por el laboratorio demuestra la confiabilidad de los datos resultantes y evidencia significativa de las habilidades del laboratorio para emitir resultados confiables.

REFERENCIAS

1. NC ISO/IEC17025: 2006. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración

2. Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC). 2007. Política de Ensayos de Aptitud.
3. NC 290: 2007: Bebidas alcohólicas- Determinación del grado alcohólico en alcoholes, bebidas alcohólicas destiladas, vinos, licores, bebidas alcohólicas preparadas, cocteles y extractos hidroalcohólicos.
4. NC 508: 2011: Bebidas alcohólicas- Determinación de componentes volátiles mayoritarios en bebidas alcohólicas destiladas, aguardientes y alcohol etílico por cromatografía gas líquido.
5. Georgopoulou, A.; A Charalampos. 2016. Determination of parameters in spirit drinks. GENERAL CHEMICAL STATE LABORATORY and CHEMICAL METROLOGY SERVICE. Atenas, Grecia.pp.1-38.
6. Georgopoulou, A.; A Charalampos. 2017. Determination of parameters in spirit drinks. GENERAL CHEMICAL STATE LABORATORY and CHEMICAL METROLOGY SERVICE. Atenas, Grecia.pp.1-34.

EL USO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN EN LA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE "BIOPROCESOS CUBA-10"

THE USE OF GOOD PRACTICES OF MANUFACTURE IN THE BASIC BUSINESS UNIT "BIOPROCESOS CUBA 10"

Pérez M*, San Juan A. N*, Guevara Y*, Serrano J.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 y Carretera Central. La Habana 11000. Cuba
invesc10@enet.cu

RESUMEN

El presente trabajo muestra la importancia en la adopción de las buenas prácticas de fabricación (BPF) y su asociación con el sistema de gestión de la calidad (SGC). Se establecen los aspectos básicos sobre los cuales se aplican las BPF en productos biológicos, donde se exponen las principales acciones desarrolladas para su implementación en la producción de bioproductos de la UEB Bioprocesos Cuba 10. Como resultado de su aplicación se logra un mejor seguimiento, en cuanto a la trazabilidad de cada uno de los lotes del proceso de producción; permitiendo el incremento productivo, así como la obtención de productos seguros y confiables para el cliente mediante el cumplimiento de las especificaciones de calidad.
Palabras claves: buenas prácticas de fabricación, bioproductos, sistemas de gestión de la calidad.

ABSTRACT

This paper shows the importance of adopting good manufacturing practices (GMP) associated to the quality management system (QMS). It establishes the basic aspects on which good manufacturing practices are applied on biological products by taking into account the main actions developed for their implementation in the production of bio-products in the basic business unit "Bioprocesos Cuba 10". As a result of this process, it is achieved better tracking in the traceability on each of the production lots, allowing productive increments, as well as obtaining safe and reliable products for the customer through the fulfillment of quality specifications.
Keywords: good manufacturing practice, bio products, quality management system.

INTRODUCCION

La Unidad Empresarial de Base Bioprocesos CUBA 10 (UEB Cuba 10), perteneciente al Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), cuenta con una planta de producciones biotecnológicas, para la producción a gran escala de bioproductos para uso agrícola, siendo esta única de su tipo en el país. Esta planta tiene como principal propósito, lograr posicionarse como una empresa exitosa en el sector industrial, sin embargo, estas producciones se han visto limitadas en el mercado nacional e internacional, debido fundamentalmente a problemas con la consistencia de las tecnologías productivas y de productos que no cumplen con la calidad requerida. A partir de esta situación y teniendo en cuenta las proyecciones estratégicas de la UEB Cuba 10, se evidenció la necesidad de implementar un Sistema de Gestión de la Calidad armonizado con el establecimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación.

A diferencia de otras producciones, los productos biológicos se obtienen con métodos que involucran procesos y materiales biológicos, los cuales tienen una variabilidad intrínseca, es decir el rango y naturaleza de los subproductos son variables. Por esta razón, en la obtención de biológicos es necesario apegarse cabalmente a las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) en todos los pasos del proceso.

Las BPF establecen el conjunto de requisitos y actividades relacionados entre sí que aseguran que los productos sean consistentemente producidos y controlados de acuerdo con los estándares de calidad adecuados al uso que se le pretende dar y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización (1).
En la actualidad la industria biotecnológica necesita incorporar los principios de los sistemas de calidad modernos, armonizados con las BPF, con el objetivo de minimizar los riesgos asociados a la fabricación de los bioproductos e incrementar la incorporación de avances tecnológicos y aumentar su eficiencia.
En este trabajo se presentan los aspectos asociados a las BPF en la producción de biológicos/biotecnológicos y su asociación hacia un sistema de gestión de calidad moderno, mostrando los pasos adoptados con la aplicación de estos métodos y sistema de gestión de la calidad en la UEB Bioprocesos Cuba 10 cuyo objetivo es el de obtener una mayor seguridad y eficiencia en sus producciones.

DESARROLLO

En el caso de la fabricación de productos biológicos existen algunos aspectos básicos en la aplicación de las BPF, los cuales están relacionados con las características de estos procesos y productos, donde la experiencia y capacitación del personal, la importancia del control del proceso, las características del control de calidad y la disminución de los contaminantes indeseables, constituyen elementos esenciales para el logro de estas producciones (2).
Entre las principales funciones que tiene la aplicación de las BPF se encuentran: evitar errores, evitar contaminación cruzada del producto fabricado y garantizar la trazabilidad hacia adelante y hacia atrás en los procesos.

Tabla I: Aspectos básicos en la aplicación de las Buenas Prácticas de Fabricación de Biológicos

Aspectos	Cumplimiento de las Buenas Prácticas en Biológicos
Persona	Tener experiencia en la fabricación de biológicos y capacitación en higiene, microbiología, entre otros. El personal expuesto a organismos vivos no debe pasar hacia locales donde se manipulen otros organismos o productos. Realizar chequeos médicos periódicos.
Instalaciones y Equipamiento	Contar con un programa de monitoreo ambiental acorde con el producto y a la etapa del proceso. Para disminuir el riesgo de contaminación cruzada se requiere del uso de instalaciones y equipamientos dedicados y en el caso de las producciones en campaña, el empleo de sistemas cerrados. Las áreas de producción y control de calidad deben estar separadas con unidades de aire independiente.
Documentación	Para materiales biológicos se requiere información sobre su fuente, origen, método de fabricación y ensayos aplicados, particularmente los controles microbiológicos.
Materiales	Procedentes de proveedores evaluados y liberados por control de calidad.
Producción y su control	Control de los bancos de células y de su estabilidad, procedimientos aprobados. Determinar la carga microbiana durante las etapas de fermentación y recuperación, necesario para prevenir o minimizar contaminantes indeseables. Establecer los límites de aceptación en dependencia de los requerimientos del producto y la capacidad del proceso para remover o inactivar los contaminantes.
Control de Calidad	Llevar a cabo controles esenciales para la calidad de estos productos.

Las Buenas Prácticas de Fabricación y las normas ISO

El primer paso hacia la implementación de este tipo de sistemas es la aplicación de ciertos criterios mínimos que aseguren que los productos son elaborados de manera consistente y con una calidad apropiada al uso que se les dará. De esto tratan las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) (3).
Cualquier empresa que pretenda ser competitiva en los mercados globalizados de la actualidad deberá tener una Política de Calidad estructurada a partir de la aplicación de las BPF como punto de partida para la aplicación de sistemas más complejos y exhaustivos de Aseguramiento de la Calidad que incluyen el Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP), la implementación de normas ISO 9000 para llegar finalmente a la Gestión Total de la Calidad (TQM). Todos estos modelos y sistemas están relacionados entre sí, y su adopción debería realizarse en forma progresiva y concatenada pues en general la extensión de su aplicación se hace mayor y más compleja (figura 1).

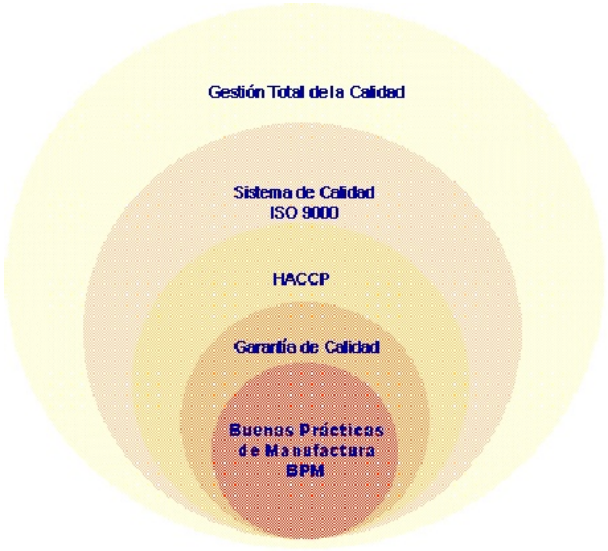


Figura 1. Representación de gestión total de la calidad basado en la aplicación de las BPF. Fuente: Cabrera J. (2014)

La estructura de las BPF es similar a las de una ISO: consisten de un manual de la organización, un plan maestro de validaciones, procedimientos normalizados de operación y los registros. Cubren todos los aspectos de la producción: materias primas, instalaciones, equipo, entrenamiento e higiene del personal, detallando por escrito el procedimiento para cada proceso que podría afectar la calidad del producto final (4).

Los sistemas de calidad incorporan nuevas formas de trabajo orientadas a la satisfacción del cliente, ampliando este concepto hacia otros ámbitos, administrar con una visión preventiva, fomentar el desarrollo del personal, liderar la organización con un enfoque a costos, disminuyendo las perdidas por no calidad e implementar la mejora continua. La implementación de las BPF en el SGC permite aumentar la calidad en el producto, reducir la variabilidad del proceso, introducir las innovaciones y lograr una mayor rentabilidad.

¿Qué hacer para armonizar las BPF con el Sistema de Gestión de Calidad? Pasos a seguir teniendo en cuenta la experiencia adquirida en la UEB Bioprocesos Cuba 10.
Para la ejecución de este trabajo se tuvo en cuenta el SGC implementado en la UEB Cuba 10 y a partir de ello se establecieron varias etapas de ejecución las cuales se explican a continuación:
Etapa 1: Conformación del equipo de trabajo, se determina el personal encargado de ejecutar el rediseño del sistema de gestión incluyendo las BPF, elaboración de la documentación e implementación de esta.
Etapa 2: Capacitación y entrenamiento del equipo de trabajo en centros líderes del país relacionados con la temática de las BPF para producciones biológicas.
Etapa 3: Diagnóstico, se parte de la necesidad de conocer las principales características de la UEB Bioprocesos Cuba 10 y determinar la perspectiva de la entidad en lo referente a la inclusión de las BPF como parte del SGC, donde además se tienen en cuenta los aspectos relacionados con las instalaciones, equipamiento, procesos y productos, experiencia y capacitación del personal, la definición de los puntos de control del proceso, el monitoreo de cada etapa, la evaluación del producto final a partir de los límites de aceptación establecidos y la liberación del producto final.
Etapa 4: Rediseño del SGC, se establece un cronograma de ejecución donde se tienen en cuenta la revisión de la política de calidad teniendo en cuenta la armonización de esta con las BPF, los objetivos y el mapa de procesos. Se revisan y definen las responsabilidades del sistema de gestión teniendo en cuenta las actividades relacionadas con las BPF. Se planifica y ejecuta la documentación requerida, entre las que se encuentra:

procedimientos normalizados de operación relacionados con el SGC, las BPF y requerimientos de seguridad biológica; procedimientos específicos para cada producción (paso a paso del proceso productivo), especificaciones de calidad de la materia prima, productos intermedios y producto final. Liberación lote a lote del producto terminado y los procedimientos para el inicio y cambios de campaña en las instalaciones no dedicadas.

Etapa 5: Implementación y monitoreo, en esta etapa se ejecuta la capacitación del personal involucrado en la implementación del sistema que incluye el entrenamiento en las BPF. Se establecen los programas de inspecciones de buenas prácticas que tienen en cuenta todas las etapas del proceso productivo desde la entrada de la materia prima hasta el almacenamiento y despacho del producto final; el programa para el monitoreo ambiental de las área declaradas, dentro de la UEB Cuba 10, como controladas; así como el programa de inspecciones ligeras de bioseguridad.

Desde finales del año 2013 se trabaja en el diseño e implementación de un SGC integrado con las BPF, cuyo alcance es la producción de bioproductos. La aplicación de este sistema de trabajo ha incidido en el incremento de las producciones biológicas, el incremento de la calidad del producto final con el seguimiento del lote en cada una de sus etapas productivas y la aplicación del proceso de liberación de este para la comercialización.

Como ejemplo de lo anteriormente explicado se puede citar el incremento que se ha tenido en la producción comercial del Biofertilizante NITROFIX, que en los últimos 3 años ha tenido un aumento notable (figura 2) como resultado del incremento en la demanda y la aceptación, en cuanto a la calidad del producto, por parte del cliente final.

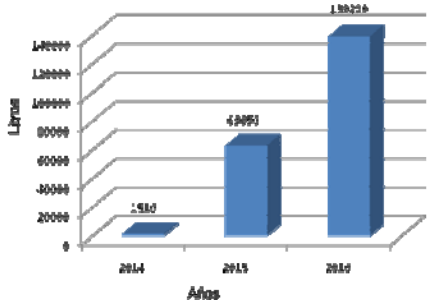


Figura 2. Representación de la cantidad de NITROFIX fabricado entre el 2014 y el 2016.

CONCLUSIONES

La adopción de las BPF constituye una herramienta para el buen funcionamiento de cualquier empresa, en el caso de la UEB Bioprocesos Cuba 10 ha permitido lograr un mejor seguimiento, en cuanto a la trazabilidad de cada uno de los lotes del proceso de producción de bioproductos y un incremento de los niveles productivos. También la aplicación de los procedimientos y las metodologías básicas establecidas, permiten obtener productos seguros y confiables, lo cual incide en una mayor satisfacción del cliente.

REFERENCIAS

1. Regulación No. 16 - 2006 Directrices sobre Buenas Prácticas de Fabricación de Productos Farmacéuticos. IN CECMED (Ed.) Ámbito regulador. 2 ed. La Habana, Cuba, Órgano oficial regulatorio del CECMED.
2. Quintana Esquivel, Marisel y Apezteguia Rodríguez, Isabel. (2010). Las Buenas Prácticas en la Producción de Biológicos y los Sistemas de Gestión de la Calidad. *Rev Cubana Farm* [online]. 2010, vol.44, n.4 [citado 2014-11-04], pp. 547-557. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000400013&lng=es&nrm=iso. ISSN 1561-2988.
3. Cabrera, J. (2014) Revista Alimentos Argentinos No.3. Dirección de la Promoción de la Calidad Alimentaria - S.A.G.P. y A. Disponible en: http://www.sagpya.mecon.gov.ar. [citado 2015-05-04]
4. Filizzola, Melissa. (2014), Que son las BPM. Disponible en: http://www.scribd.com/mfelizzola. [citado 2014-10-24]

DERIVADOS

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados
DIVERSIFICACIÓN 2017

EVALUACION DE CEPAS *Rhodosporidium toruloides* NATURAL Y GENÉTICAMENTE MODIFICADA EN VINAZAS CUBANA Y CHINA

EVALUATION OF WHILE AND GENETIC MODIFIED *Rhodosporidium toruloides* IN CUBAN AND CHINESE VINASSES

Evelyn Faife, Nayra Ochoa, Amaury Alvarez, Aidín Mtnez, Mayrelis Mesa, Mercedes Díaz
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Email : evelyn.faife@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

En este trabajo fueron empleadas dos cepas *Rhodosporidium toruloides*, una cepa natural y una modificada genéticamente, para evaluar la producción de lípidos empleando vinaza de destilerías suplementadas con glicerol purificado y crudo. Las bases principales de este estudio fueron la capacidad de las cepas para tolerar la presencia de determinados inhibidores de crecimiento, alcanzar concentraciones de biomasa considerables a una alta velocidad de crecimiento y sintetizar triacilgliceroles de ácidos grasos con una composición similar a los aceites vegetales. Ambas cepas mostraron un comportamiento similar en presencia de la vinaza cubana sin embargo la cepa modificada genéticamente mostro ser más resistente al efecto de los inhibidores en la vinaza china. La evaluación en mezclas vinaza/glicerol crudo mostro el efecto positivo de las impurezas presentes en el glicerol crudo. Aunque ambas cepas son capaces de alcanzar contenidos de lípidos similares, la cepa natural fue capaz de alcanzar una mayor productividad de lípidos.
Palabras clave: levaduras, oleaginosa, lípidos, vinasa, glicerol

ABSTRACT

In this work two strains *Rhodosporidium toruloides*, a natural and a genetically modified strain, were used to evaluate lipid production using vinasse from distilleries supplemented with purified and crude glycerol. The main bases of this study were the ability of the strains to tolerate the presence of certain growth inhibitors, to reach considerable concentrations of biomass at a high growth rate and to synthesize triacylglycerols of fatty acids with a composition similar to vegetable oils. Both strains showed similar behavior in the presence of Cuban vinasse, however the genetically modified strain showed to be more resistant to the effect of the inhibitors in chinese vinasse. Evaluation in crude vinasse / glycerol blends showed the positive effect of impurities present on crude glycerol. Although both strains are capable of achieving similar lipid contents, the natural strain was able to achieve higher lipid productivity.
Key words: yeasts, oleaginous, lipids, distillery slops, glycerol

INTRODUCCION

La producción de biomasa microbiana para la producción de lípidos a partir de fuentes de bajo costo o desechos industriales tiene muchas ventajas dentro de las que se incluyen: el corto ciclo de vida, las pocas afectaciones locales y la posibilidad de realizar procesos escalables [1]. El empleo de técnicas de modificación genética y procesos de adaptación de cepas oleaginosas, con elevada capacidad de acumulación de lípidos, a medios compuestos por los desechos industriales también resultan herramientas útiles para alcanzar mayores niveles de producción de lípidos.

En el presente trabajo, dos cepas *Rhodosporidium toruloides* fueron evaluadas como fuentes de biomasa microbiana con vistas a su aplicación industrial empleando vinazas procedentes de destilerías de etanol de caña de azúcar de Cuba y de la República Popular China. El objetivo de este trabajo es seleccionar la cepa oleaginosa más adecuada para la evaluación de un proceso industrial factible para la producción de biomasa rica con alto contenido energético para su uso en la industria alimentaria o como fuente de aceites en la producción de biodiesel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos y medios de cultivo

Se emplearon dos cepas *Rhodosporidium toruloides:*

1- Cepa L/24-26-1, colectada a partir de miel de caña de azúcar procedente de la Empresa Azucarera Cubana "Antonio Sánchez" situada en la provincia Cienfuegos y sislada por el método Harrigan method (Harrigan and MacCance, 1968).

2- Cepa SA 2.1389 AACC 20341, obtenida de la Colección de cultivos de la agricultura de China y luego fue transformada genéticamente por el método de mutagénesis mediante la técnica de ARTP.

Las células fueron transferidas a Erlenmeyer de 250 mL conteniendo 50 mL de medio YPG durante el cultivo del preinóculo. El pH se ajustó a 5,5. Los ensayos de laboratorio se realizaron en frascos erlenmeyer de 500 mL conteniendo 200 mL de medio. La vinaza cubana y china utilizadas fueron obtenidas del proceso de producción de etanol de la destilería Heriberto Duquesne, provincia Villa Clara y de la destilería Rihui Lin, en Nanning, provincia de GuangXi. Para los ensayos se emplearon las vinazas puras y diluidas y las mezclas de vinaza china con glicerol purificado y crudo, ajustadas a un valor de C/N = 250.

El caldo fermentado fue colectado mediante centrifugación a 5000 rpm durante 5 minutos. El seguimiento del crecimiento celular pudo ser determinado mediante la determinación de masa seca gravimétrica (MSG). El sobrenadante fue empleado para la determinación de los azucares reductores y del glicerol mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en sistema Shimadzu 10AVP empleando una columna Aminex HPX-87H (300 x 7,8 mm, Bio-Rad, USA) a 65 °C con H_2SO_4 5 mM a 0,8 ml/min. La extracción de lípidos se realizó según el método de Bligh y Dryer modificado [2]. El análisis de la composición de aminoácidos se realizó en un cromatógrafo de gases Shimadzu GC 17 A acoplado a un detector selectivo de masas Shimadzu modelo QP-5050ª operado por el modo de impacto electrónico 70 eV con monitoreo de ión selectivo m/z 62. Se utilizó una columna cromatográfica Rxi-5 ms (30 m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de azucares y la concentración de nitrógeno fueron superiores en la vinaza china (datos no mostrados). Experiencias previas empleando otras levaduras oleaginosas en vinazas cubanas han mostrado inhibición del crecimiento celular de las mismas. En este estudio se evaluó la cinética de crecimiento de las cepas en vinaza pura (Factor 1) y en las diluciones 1/1,5; 1/2 y 1/3 (Factor 1,5; 2 y 3). Los máximos valores de densidad celular se alcanzaron empleando la vinaza pura por lo que se puede concluir que en la misma no se produjo inhibición del crecimiento celular por la presencia de compuestos tóxicos. La evaluación en la vinaza china se realizó estando pura y utilizando la dilución 1:1 (Factor 2). Sin embargo, en este sustrato ambas cepas mostraron inhibición al ser evaluadas en la vinaza china pura (Figura 1 A, B).

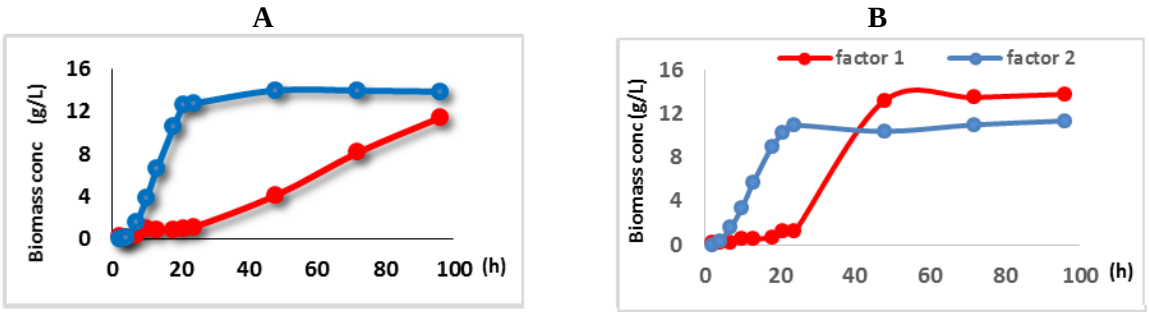


Figura 1: Efecto de la dilucion de la vinaza china en la concentracion de biomasa y en el tiempo de cultiv ncesario para alcanzar el maximo valor (A: cepa L/24-26-1, B: SA 2.1389)

Los resultados mostrados en la Tabla I muestran la disminución considerable del tiempo necesario para alcanzar el máximo crecimiento de biomasa y una mayor velocidad de crecimiento al diluir la vinaza china

por lo que se demuestra el efecto de compuestos inhibidores presentes en este residual. En el caso de la cepa china este efecto es menor respecto a la cepa cubana.

Tabla I: Parámetros cinéticos de las cepas evaluadas en vinaza cubana y china

Vinaza	Cepa	Factor	t (h)	X max (g/L)	μ (1/h)
Cuba	L/24-26-1	1	74	14, 5	0,116
	SA 2.1389	1	66	17,2	0,116
China	L/24-26-1	1	96	11,5	0,034
		2	24	12,8	0,143
	SA 2.1389	1	48	13,4	0,091
		2	24	10,9	0,154

Para obtener una mayor acumulación de lípidos es necesario que las células sean sometidas a determinadas condiciones estresantes, siendo la limitación de nitrógeno la condición más empleada por los investigadores [3]. En estudios previos se determinó previamente que la máxima acumulación de lípidos se obtiene bajo la relación molar carbono:nitrógeno (C/N) en el rango de 250 – 300, por lo que las cepas fueron evaluadas en mezclas vinaza (1:1) /glicerol purificado y vinaza (1:1) /glicerol crudo con una relación C/N = 250 (Figura 2)

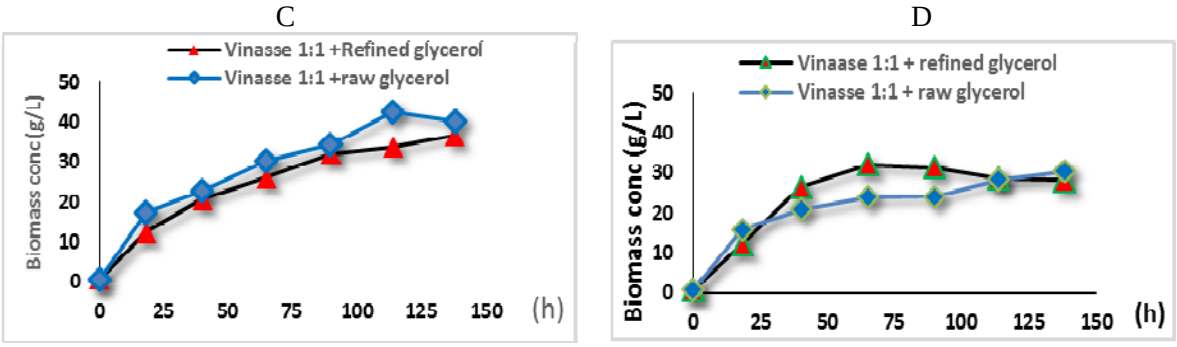


Figura 2: Grafico de la concentración de biomasa durante el cultivo en las mezclas de vinaza diluida 1:1 y glicerol purificado y crudo (C: L/24-26-1, D: SA 2.1389)

Los resultados de la Tabla II mostraron que la cepa cubana alcanza mayor concentración de biomasa y rendimiento respecto a la cepa china en la mezcla vinaza/glicerol purificado, sin embargo la cepa china alcanza una mayor acumulación de lípidos. La sustitución por glicerol crudo impactó de forma positiva tanto en el crecimiento como en la producción de lípidos de ambas cepas, este resultado es similar al encontrado por Xu y col. [4].

Tabla II: Concentración de biomasa, rendimiento, concentración de lípidos y productividad de las cepas en las mezclas de vinaza diluida 1:1 y glicerol purificado y crudo

	Cepa	Vin 1:1 + glic	Vin 1:1 + glic crudo
Conc biom (g/L)	L/24-26-1	36,6	42,5
	SA 2.1389	28,2	30,3
Rend (g/g TOC)	L/24-26-1	0,76	0,84
	SA 2.1389	0,66	0,65
Conc lípidos (%)	L/24-26-1	20,6	45,6
	SA 2.1389	21,8	42,8
Conc lípidos (g/L)	L/24-26-1	7,53	19,4
	SA 2.1389	6,1	12,9

La composición de los lípidos extraídos en las condiciones evaluadas es fundamental para la selección de la cepa más adecuada con vistas a su futura aplicación. En la figura 3 se muestra el perfil de la composición de metilesteres presentes en las dos condiciones evaluadas de cada cepa. Ambas cepas produjeron un porciento de metilesteres de C16 – C18 superior al 85%, predominando el ácido esteárico en todos los casos y no contienen ácido linoleico, sin embargo la presencia de impurezas en el glicerol crudo induce una disminución del mismo y favorece la formación del ácido oleico. A diferencia de los aceites de la cepa SA 2.1389, los aceites de L/24-26-1 no contienen ácido linolenico.

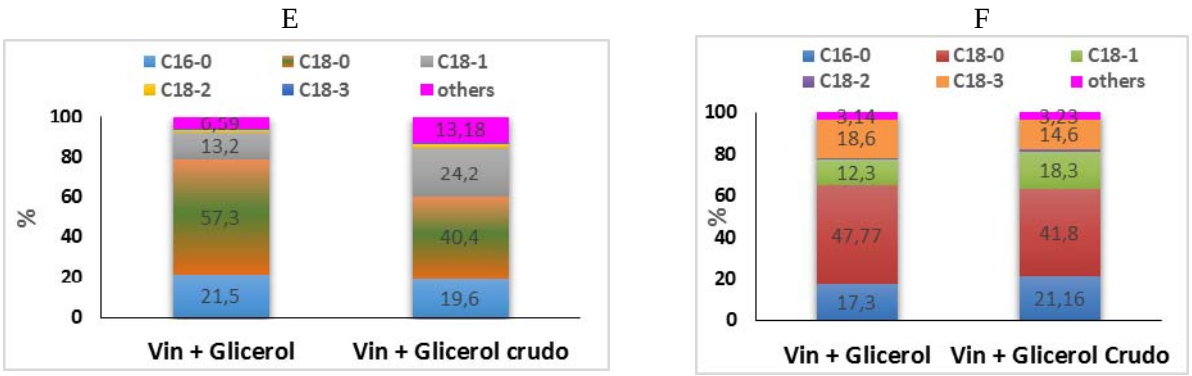


Figura 3: Composición de los metilesteres de los aceites extraídos de ambas cepas en las las mezclas de vinaza diluida 1:1 y glicerol purificado y crudo E: (L/24-26-1, F: SA 2.1389)

CONCLUSIONES

Las cepas *Rhodosporidium toruloides* L/24-26-1, F: SA 2.1389 evaluadas en vinaza fueron capaces de alcanzar densidades celulares considerables en las vinazas evaluadas. En condiciones de limitación de nitrógeno empleando glicerol crudo acumularon concentraciones de lípidos en el orden del 40% con una composición adecuada para la producción de biodiesel. En la composición de los aceites extraídos más del 85% corresponden a ácidos grasos predominando los ácidos saturados: esteárico (C18:0) y palmítico (C16:0), similar a su composición en el aceite de palma [5] y a las grasas animales, por lo que estos aceites podrían ser utilizados en la industria alimentaria y cosmética así como en la producción de biodiesel. Los próximos estudios estarán enfocados a determinar la estrategia de fermentación escalable capaz de alcanzar contenidos de lípidos superiores al 50% y un proceso industrial económicamente viable.

BIBLIOGRAFIA

- Zhou, W.W., Wang, W.R., Li, Y.H., Zhang, Y.K.,. Lipid production by *Rhodosporidium toruloides* Y2 in bioethanol wastewater and evaluation of biomass energetic yield. Bioresour. Technol. 127, 2013, 435–440.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911–917.
- Schneider T., Graeff-Hönninger S. y col., Lipid and carotenoid production by oleaginous red yeast *Rhodotorula glutinis* cultivated on brewery effluents. Energy 61 (2013) 34-43.
- Xu J., Zhao X.,, Wang W., Du W., Liu D., Microbial conversion of biodiesel byproduct glycerol to triacylglycerols byoleaginous yeast *Rhodosporidium toruloides* and the individual effectof some impurities on lipid production Biochemical Engineering Journal 65 (2012) 30– 3.
- Crabbe, E., Nolasco-Hipolito, C. et al., Biodiesel production from crude palm oil and evaluation of butanol extraction and fuel properties Process Biochemistry Volume 37, Issue 1, September 2001, Pages 65–71 http://dx.doi.org/10.1016/S0032-9592(01)00178-9

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA LEVADURA OLEAGINOSA *R. TORULOIDES* EN PRESENCIA DE INHIBIDORES DEL HIDROLIZADO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

EVALUATION OF THE GROWTH OF OLEAGINOUS YEAST *R. TORULOIDES* IN THE PRESENCE OF INHIBITORS OF SUGARCANE BAGASSE HYDROLYSATE

Autor (es): Ochoa N[1], Faife E[1], Mesa M, Wei Du[2], Xuebing Zhao[2], Dehua Liu[2]

1-Instituto Cubano de Investigación de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA)
2-Institute of Applied Chemistry, Department of Chemical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China
e-mail: nayra.ochoa@icidca.azcuba.cu

RESUMEN
La producción de lípidos a partir de la fermentación de levaduras, con fuentes baratas de carbono como son los hidrolizados lignocelulósicos, puede ser una alternativa para la producción de biodiesel o alimento animal. Varios inhibidores se puedes generar a partir de la hidrólisis ácida, entre ellos se destacan por su toxicidad el ácido acético, el furfural y la vainillina. Nuestro grupo de trabajo aisló una levadura oleaginosa que se identificó como *Rhodosporidium toruloide*, la cual posee características de gran interés pues puede fermentar un amplio rango de azúcares. Se añadieron inhibidores en el medio de cultivo y se evaluó su acción sobre el crecimiento y la producción de lípidos. Las concentraciones de ácido fórmico, ácido acético, furfural y vanillina deben ser inferiores a 2, 5, 0,5 y 1,5 g / L, respectivamente A diferencia, el lignosulfonato de sodio y el ácido levulinico no tuvieron influencia negativa sobre el crecimiento. La composición de ácidos grasos producidos fue similar a los aceites vegetales y a la grasa animal
Palabras claves: Lípidos de levadura, hidrolizados lignocelulósicos, Inhibidor

ABSTRACT
Microbial lipid produced using yeast fermentation, with cheap carbon sources such as lignocellulosic hydrolysates, can be an alternative for the production of biodiesel or animal feed. Several inhibitors can be generated from acid hydrolysis, among them are noted for their toxicity acetic acid, furfural and vanillin. Our work group isolated an oleaginous yeast that was identified as *Rhodosporidium toruloide*, which has characteristics of great interest because it can ferment a wide range of sugars. Inhibitors were added in the culture medium and their action on growth and lipid production was evaluated. The concentrations of formic acid, acetic acid, furfural and vanillin should be less than 2, 5, 0.5 and 1.5 g / L, respectively. In contrast, sodium lignosulfonate and levulinic acid had no negative influence on growth. The composition of fatty acids produced was similar to vegetable oils and animal tallow.
Keywords: Yeast lipid, Lignocellulosse hydrolysate, Inhibitor

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe gran interés por el uso de la biomasa lignocelulósica para la obtención de lípidos a partir de microorganismos .Los lípidos microbianos se consideran una fuente de alto valor equivalente a la manteca de cacao y ácidos grasos poliinsaturados por lo que se consideran como una materia prima prometedora para la producción de biodiesel y el alimento animal [1]. Dentro de los microorganismos productores de lípidos se pueden mencionar algunas levaduras oleaginosas, ya que se ha observado que dichos organismos tienen una tasa de crecimiento muy rápida en comparación a las algas y mucho mayor en comparación a las plantas y pueden producir lípidos a partir de distintas fuentes de carbono tales como xilosa, arabinosa, glicerol y distintos desechos agroindustriales [2]. Una de las principales fuentes de

biomasa lignocelulósica en Cuba es sin duda la industria azucarera ya que genera unas 2,2 t de bagazo por 1t de azúcar producida. El bagazo de caña de azúcar está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Los dos primeros polímeros son hidratos de carbono que pueden hidrolizarse en monosacáridos y se pueden utilizar como fuente para la producción de lípidos de levadura. Se ha demostrado que la hidrólisis ácida diluida es un método rápido y barato para producir azúcares de la biomasa lignocelulósica [3]. Sin embargo, un problema asociado con la hidrólisis ácida es la formación de compuestos tóxicos tales como el furfural, ácidos alifáticos (es decir ácido acético, ácido fórmico y levulínico) y compuestos fenólicos, todos ellos provocan una fuerte inhibición sobre el crecimiento de microorganismos [4]. La cantidad de estos compuestos tóxicos varía con el tipo de materia prima y las condiciones del pretratamiento. El objetivo principal de este trabajo es analizar la influencia de los inhibidores formados durante la hidrolisis acida del bagazo de caña de azúcar sobre el crecimiento y el perfil de ácidos grasos producidos por *R. toruloide*

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos y medios de cultivo

Se empleó la levadura oleaginosa *Rhodosporidium toruloides* (L/24-26-1). Los inóculos fueron preparados en el medio YPG durante 24 horas a 150 rpm. Los ensayos fueron realizados en medio limitado de nitrógeno (C/N = 450), con los inhibidores se utilizó el medio de cultivo control compuesto por 70 g/L de azucares totales (en una relación 1:10:1 de glucosa: xilosa: arabinosa, basado en la composición del hidrolizado de bagazo de caña), 0.1 g/L $(NH_4)_2SO_4$, 0.75 g/L de extracto de levadura, 0.4 g/L KH_2PO_4, 1.5 g/L $MgSO_4*7H_2O$. Los inhibidores empleados fueron ácido fórmico (2-6g/L), ácido acético (5-15g/L), furfural (0,5-2,5g/L), lignosulfonato de sodio (0,5-2g/L), vainillina (0,5-2g/L) y ácido levulínico (1-5g/L), El pH del medio fue ajustado a 5,5. La esterilización se realizó a 121°C durante 20 min. Se utilizó como inóculo un 10 % del pre-cultivo (v/v). Los cultivos se mantuvieron en agitación a 30°C y 150 rpm durante 8 días. Los ensayos fueron realizados por triplicado.

Técnicas analíticas

- **Determinación de biomasa por DO y materia seca gravimétrica**
  La concentración de biomasa celular fue estimada mediante la determinación de la DO a 620 nm, para lo cual fue necesario realizar una curva estándar entre DO y concentración de masa seca (MSG, g/L).

- **Análisis de azucares e inhibidores por HPLC**
  El análisis cuantitativo de glucosa, xilosa, arabinosa, ácido acético, ácido fórmico, furfural y 5-hidroximetil furfural fue determinado por HPLC en un sistema Shimadzu 10AVP a 65°C con 5 mM de H_2SO_4 como fase móvil a 0.8 ml/min.

Extracción de lípidos y determinación de la composición de ácidos grasos

La determinación del contenido de lípidos en la biomasa se realizó por el método de Bligh y Dyer (1959) modificado. Los metil esteres de ácidos grasos (FAMES) obtenidos se analizaron en un cromatógrafo de gases GC-14B Como estándar interno se empleó el metil ester del ácido heptadecanoico. La temperatura de la columna se mantuvo a 180°C durante 0.5 min, a continuación, se calentó hasta 250°C a una velocidad de 10°C/min, y luego se mantuvo constante durante 6 min. La temperatura en el inyector y en el detector se fijó a 245 y 260 °C, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del crecimiento de *R. toruloides* en presencia de inhibidores

La cepa de *R. toruloides* fue cultivada en un medio suplementado con diferentes concentraciones de varios inhibidores representado en la figura1. Los resultados experimentales demuestran que la toxicidad de los inhibidores sobre el crecimiento de *R. toruloides* está en dependencia de la concentración de los mismos. Cuando la concentración de los inhibidores fue de 2 g/L, el crecimiento de *R. toruloides* se inhibió completamente en presencia de vainillina y hasta un 70 % con el furfural. Sin embargo, en presencia de ácido fórmico se observó una ligera inhibición de un 20 % y con el ácido acético no se observó ningún efecto inhibitorio a esta concentración. De forma general se obtuvo un 50 % de inhibición del crecimiento celular cuando las concentraciones de los inhibidores fueron de: 4 g/L de ácido fórmico, 10 g/L de ácido acético, 1 g/L de furfural y 1 g/L de vainillina. El furfural y la vainillina son altamente tóxicos para *R. toruloides*, mientras que el ácido fórmico y el ácido acético fueron menos tóxicos; aunque con el ácido fórmico se obtuvo una inhibición más fuerte que con el ácido acético. A pesar de que no se han descrito en la literatura los mecanismos exactos de estos compuestos para inhibir el crecimiento de *R. toruloides*, se ha informado sobre los mecanismos de inhibición de las levaduras productoras de etanol. Se han propuesto dos mecanismos de inhibición en los ácidos débiles (ácido fórmico y ácido acético), la hipótesis de desacoplamiento y la hipótesis de acumulación de aniones intracelulares. Ambos principios indican que los ácidos débiles disminuyen el pH intracelular, dando lugar a una disminución de los niveles de ATP intracelular (Teoría de desacoplamiento) o a la inhibición de las actividades de algunas enzimas celulares (teoría de la acumulación de aniones intracelular). El ácido fórmico mostró mayor inhibición que el ácido acético debido a una mayor acidez. Además el tamaño molecular más pequeño de ácido fórmico hace más fácil la difusión a través de la membrana plasmática provocando una mayor acción inhibitoria.

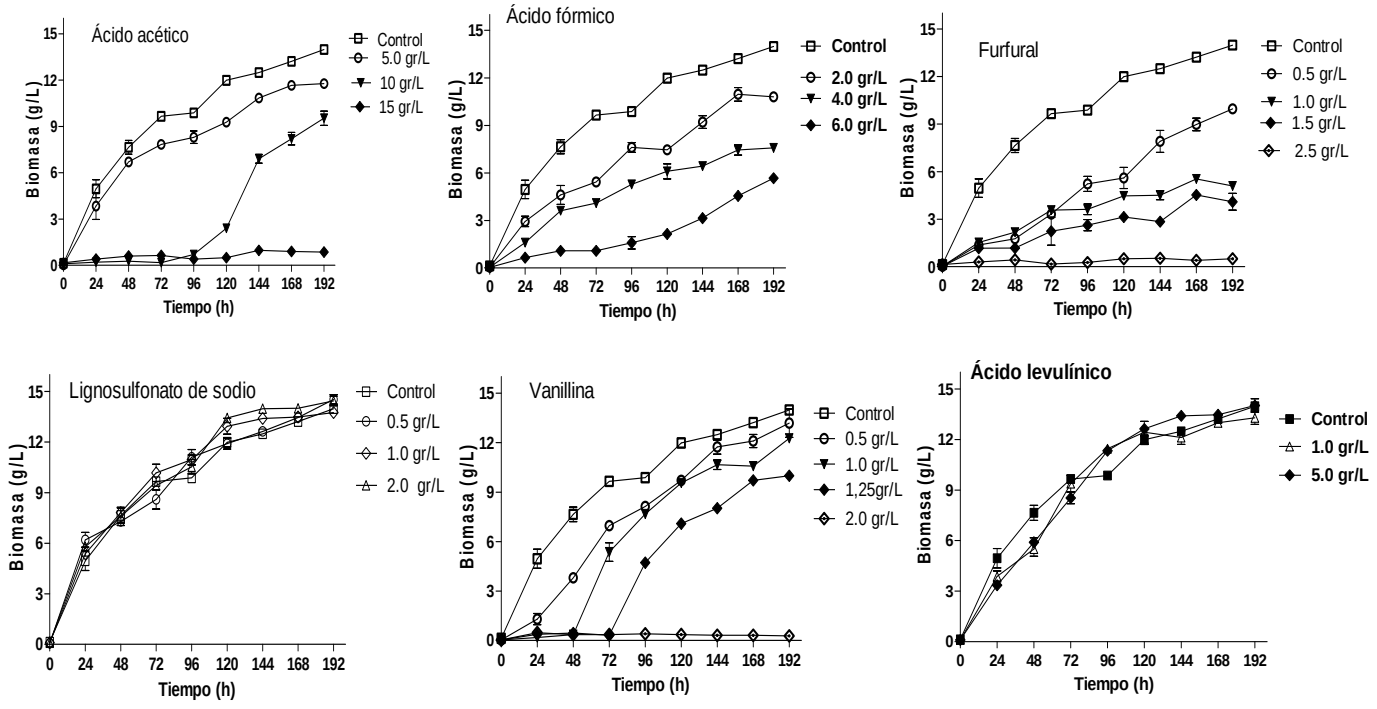


Fig.1 Efecto del ácido acético, furfural, ácido fórmico, vainillina, ácido levulínico, lignosulfonato de sodio (SLS) sobre el crecimiento celular en *R. toruloides*.

Efecto de los inhibidores sobre la acumulación de lípidos

Las principales composiciones de ácidos grasos de los lípidos fueron, C16:0, C18:0, C18: 1 y C18: 2, que representaron el 26, 10, 50 y 10% del total de ácidos respectivamente. El ácido oleico fue el ácido graso más abundante, iguales resultados han sido informados por Hu y col. Sin embargo el contenido de C18: 2 fue mayor que el encontrado por este autor [5]. Según los resultados experimentales, la adición de ácido fórmico, ácido acético, vainillina y SLS no produjo diferencia significativa en la composición de ácidos grasos. Esto demuestra que estos compuestos no afectan significativamente la ruta biosintética de los ácidos grasos. Sin embargo, en presencia de furfural los ácidos grasos C16:0 y C18:0 disminuyeron pero el C18: 1 se incrementó en un 10% respecto al control, este comportamiento también se informó por otros autores [6]. Parece que el furfural podría incidir más en las rutas de biosíntesis de ácidos grasos insaturados.. El perfil de ácidos grasos de esta levadura está en el intervalo de diversos aceites vegetales y sebo animal, lo que indica que podría ser utilizado como materia prima de biodiesel y/o uso en la alimentación animal. [7].

Tabla 1. Análisis de la composición de ácidos grasos

		Composición de Ácidos grasos (%)					
Inhibidores	**lipidos (%)**	**Miristico (C14:0)**	**Palmitico (C16:0)**	**Esteárico (C18:0)**	**Oleico (C18:1)**	**Linoleico (C18:2)**	**otros**
Ac acetico (5 g/L)	40,7	1,3	27,2	12,9	45,6	11,1	1,8
Ac Fórmico (1 g/L)	36,4	1,3	27,5	12,5	46,2	10,7	1,8
Ac levulinico (5 g/L)	34,9	1,7	30,7	7,3	42,2	15,9	2,2
Vainillina (0.5 g/L)	34,3	1,1	25,2	11,5	46,6	14,7	0,9
Furfural (0.5 g/L)	24,6	0,8	22,0	5,3	56,6	14,1	1,2
SLS (1g/L)	39,0	1,1	25,7	9,5	43,8	19,4	0,5
Control	46,8	1,2	25,7	9,4	44,0	19,0	0,8

CONCLUSIONES

- El estudio de la acción de algunos inhibidores demostró que para obtener niveles de producción de biomasa para una inhibición de un 50 %, las concentraciones del ácido fórmico, ácido acético, furfural y de vainillina deben ser menores de 4, 15, 1 g/L y 2 g/L, respectivamente.
- La adición de ácido fórmico, ácido acético, vainillina y lignosulfonato de sodio no causo diferencias significativas en la composición de ácidos grasos de los lípidos producidos por *R. toruloides*

REFERENCIAS

1. Papanikolaou S, Dimou A, Fakas S, Diamantopoulou P, Philippoussis A, Galiotou-Panayotou M, Aggelis G (2011) Biotechnological conversion of waste cooking olive oil into lipid-rich biomass using Aspergillus and Penicillium strains. J Appl Microbiol 110:1138–1150
2. Palmqvist E, Grage H, Meinander NQ, Hahn-Ha¨gerdal B (1999) Main and interaction effects of acetic acid, furfural and Bioprocess Biosyst Eng (2012) 35:993–1004 1003 p-hydroxybenzoic acid on growth and ethanol productivity of yeasts. Biotechnol Bioeng 63:46–55
3. Hu C, Zhao X, Zhao J, Wu S, Zhao ZK (2009) Effects of biomass hydrolysis by-products on oleaginous yeast Rhodosporidium toruloides. Bioresour Technol 100:4843–4847
4. Hu C, Wu S, Wang Q, Zhao Z (2011) Simultaneous utilization of glucose and xylose for lipid production by Trichosporon cutaneum. Biotechnol Biofuels 4:25
5. Huang C, Zong MH, Wu H, Liu QP (2009) Microbial oil production from rice straw hydrolysate by Trichosporon fermentans. Bioresour Technol 19:4535–4538
6. Palmqvist E, Hahn-Hagerdal B (2000) Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition. Bioresour Technol 74:25–33
7. Wu S, Hu C, Jin G, Zhao X, and Zhao ZK (2010) Phosphate-limitation mediated lipid production by Rhodosporidium toruloides. Bioresour Technol 101:6124–6129

LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LOS EDULCORANTES EN LA INDUSTRIA PANELERA

THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF SWEETENERS IN THE PANELERA INDUSTRY

Autores: Quezada, W. F.[1*], Gallardo, I.[2], Quezada W. D.[2], González, E.[2], Torres, M.[1], Molina, F.[1],

1 Universidad Técnica de Cotopaxi. Avenida Simón Bolívar s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Latacunga, Ecuador. Código Postal: 050108. Ecuador.
2 Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. * walter.quezada@utc.edu.ec

RESUMEN

La calidad e inocuidad de varios productos como los alimentos, están influenciadas por buenas prácticas agrícolas y de manufacturas desarrolladas y la productividad por el rendimiento alcanzado en el producto con fines de potenciar su producción en el sector panelero.
El objetivo del trabajo fue valorar la calidad y productividad del proceso para la dinamización de la agroindustria panelera como alternativas de competitividad para su desarrollo, para lo cual se ha desarrollado una estrategia de intensificación del proceso en una panelera del Ecuador como caso de estudio.
Experimentalmente se ha demostrado que algunos factores y variables como una buena clarificación natural, la concentración, la temperatura, el pH, la turbidez y el color son determinantes para asegurar la calidad de los procesos y productos y, la productividad como variable de competitividad para su crecimiento.
Palabras Clave: Industria panelera, procesamiento, alimento seguro, intensificación.

ABSTRACT

The quality and safety of several products such as food are influenced by good agricultural practices and developed manufactures and productivity by the performance achieved in the product, in order to improve its production in the sugar sector.
The objective of this study was to evaluate the quality and productivity of the process for the dynamization of the sugar cane agro industry as alternatives of competitiveness for its development, for which a strategy of intensification of the process has been developed in a factory of Ecuador as a case study.
Experimentally it has been demonstrated that some factors and variables such as good natural clarification, concentration, temperature, pH, turbidity and color are determinant to ensure the quality of processes and products, and productivity as a competitiveness variable for its growth.
Key words: sugar cane industry, processing, safe food, intensification.

INTRODUCCIÓN

La producción y consumo de azúcar integral sin refinar en forma de bloque sólido a nivel mundial, se acerca a los 13 millones de toneladas anuales y en América Latina y el Caribe se estima la existencia de cerca de 50000 trapiches que en conjunto vinculan a más de un millón de personas. En la agroindustria panelera prevalecen actividades de carácter artesanal que industrial. Sin embargo, se hace esfuerzos en mejoras tecnológicas en la producción de panela, azúcar natural y estudios recientes con la miel de caña, con fines comerciales a pesar que las agroindustrias tienen altos efectos en términos de multiplicación de empleo y de

valor nutritivo (1; 2). La falta de calidad, inocuidad, diversificación de la producción, valoración del rendimiento productivo y aprovechamiento de subproductos, son algunos de los problemas que ha generado su rezago.

En un proceso manufacturero para obtener edulcorantes como azúcar no refinado en bloque, granulado o líquida para alcanzar calidad e inocuidad, requiere de procesos técnicos garantizados que permitan el posicionamiento del producto en el mercado. Para producir estos edulcorantes es necesario del manejo de buenas prácticas agrícolas en campo y de manufactura en fábrica y de cuidados del producto hasta llegar al consumidor final. Para producir estos productos después de la cosecha y transporte de caña a la fábrica, se realiza la extracción del jugo, limpieza y clarificación, hidrólisis caso de la miel, evaporación, concentración final y envasado. Todas las etapas del proceso son importantes para la calidad del producto final. Etapas de clarificación natural, concentración y punteo de jugos y, factores de pH, temperatura y tiempo del proceso inciden en la fabricación, donde se ponen de manifiesto características de calidad como la viscosidad, turbidez, brillo, color, sabor y olor y estabilidad (3).

Estudios realizados por la Unión Vegetariana de España (4), señala que algunos edulcorantes como azúcar blanco y moreno, miel de abejas, miel de caña, panela entre otros, son más nutritivos que otros productos alimenticios y se señala que la mayor cantidad de nutrientes es evidente en edulcorantes de la agroindustria panelera, seguido de la miel de abejas y muy poco en azúcar de consumo masivo como es el azúcar blanco.

Los efectos de productos de la panela (5) sobre la salud en especial para la anemia, parecen ser los más prometedores o los importantes a corto plazo y proporciona un agente edulcorante amigable con valor medicinal para la salud.

Es por ello que se estableció como objetivo del estudio **Valorar la calidad y productividad del proceso para la dinamización de la agroindustria panelera como alternativas de competitividad para su desarrollo.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el desarrollo del sector y se recabaron datos mediante un diagnóstico in situ de 23 provincias del Ecuador. El estudio para la intensificación partió de aplicar los balances de masa y energía. Se tabularon y estudiaron los resultados, para expresarlos gráficamente en resultados.

Finalmente se plantearon alternativas de solución mediante el diseño y elaboración de un modelo de gestión sobre la base de la información, problemas, estructura organizativa, desarrollo, evolución y composición de la industria panelera, que involucró diversos factores como guía orientadora de conceptos hacia la calidad, competitividad y desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de la investigación se centraron en indagar los problemas del sector y proponer alternativas de mejora y desarrollo, sin desmerecer los factores políticos-legales, ambientales, socio-culturales y económicos, tecnológicos, y organizacionales.

Problemas del sector:

Del diagnóstico realizado en las instalaciones de la industria, se detectaron varios puntos débiles que afectan considerablemente el desenvolvimiento, desarrollo y productividad. Los principales problemas son agrupados en seis puntos: tecnológicos, económicos, ambientales, de mercado, de gestión y sociales. La falta de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, de personal capacitado, de desarrollo de investigaciones en este campo, unido a la no aplicación e incumplimientos de normas ambientales, problemas de mercado por falta de ventas y falta de acuerdos comerciales se suma a los problemas que tiene el sector

Variables de control establecidas para la intensificación

La calidad e inocuidad de los productos estará dada por los parámetros de control establecidos en el proceso de clarificación y control de variables del proceso y de la concentración final para miel, panela y azúcar natural. Además, el color como medida subjetiva e importante de calidad y en la aceptación o rechazo en el consumidor del alimento o producto.

Control del proceso de clarificación del jugo de caña: En la tabla 1 se presentan las variables y niveles tomados como estrategia técnica. Se estudiaron mucílagos de cuatro especies de plantas vegetales Yausabara, Yausa, Cadillo y Falso Joaquín como agentes clarificantes.

Tabla 1. Variables y niveles en el estudio en la clarificación

Factores	Niveles		Unidades	Variable respuesta. Turbidez (T)
	Bajo	Alto		
Concentración planta (X_1)	75	100	g/L	NTU*
Temperatura (X_2)	50	90	°C	
Solución mucílago jugo (X_3)	2	8	%	

Del procesamiento estadístico, se alcanzó un modelo matemático para establecer como alternativa de clarificación del jugo de la caña, el empleo de mucílagos naturales.

$$T_{Yb}=94,3504-9,5254X_1-39,3163X_2-12,9829X_3+4,4746X_1X_2-2,1921X_1X_3+2,01708X_2X_3+3,4746X_1X_2X_3 \quad Ec\ 1$$

Los modelos matemáticos de ajuste responden satisfactoriamente a coeficientes de regresión R^2 por encima del 98 %, lo que indica una significación de todas las variables en cada uno de los modelos.
El modelo de la ecuación 1 fue el de la especie Yausabara, que brindó los menores valores de turbidez asegurando una clarificación natural adecuada a una concentración de mucílago de 100 g/L, 8% de solución mucilaginosa a incorporar y temperatura de 90°C.

La producción de miel hidrolizada se convierte en una alternativa válida de producción en el sector panelero con fines de alcanzar mayores rendimientos en el proceso, calidad e inocuidad. Para ello se analizaron dos variables: pH y concentración (Brix), y como variables respuesta: la viscosidad, el sabor y la formación de cristales. Los resultados demostraron que al aumentar la concentración (Brix) y el pH, la cristalización es evidente en la miel, debido a una incorrecta inversión de la sacarosa. Una combinación adecuada de las dos variables permite estabilizar el producto, reprimiendo la cristalización. Los modelos obtenidos para las tres variables respuesta tienen R2> 99% Se presenta el de cristalización en la Ecuación 2

Yc = 9, 0-1, 12*X1 - 3, 03*X2 - 0, 95*X1^2 + 0,075*X1*X2 - 2, 9*X2^2 *Ec 2*

La aceptación del sabor (acidez) depende del pH en su valor medio (4±0,2) y de la concentración del producto (76±0,5 bx), relacionado con la temperatura de concentración (106±0,8 °C).

Variables de control en la concentración final de miel, panela y azúcar natural.
En la estandarización del producto sea color, dureza, sabor, olor y composición química, tiene importancia significativa la concentración final del producto.
Se pudo observar, que el punto de ebullición depende de la altura de ubicación de la planta (msnm) para la concentración correspondiente de la solución (Brix). Para los productos hay variaciones de 5 °C y de 7 °C entre los extremos de altitud, dando diversidad de texturas y color. Los resultados indican que se obtiene panela con tonos claros para valores de 123°C de temperatura de punteo.

Batido de miel para azúcar natural
La capacidad de formación de cristales, color y rendimiento se ve reflejada en el batido de la miel de caña. Para el caso se planteó un diseño de experimentos del tipo factorial 2^3 con la temperatura(X1), velocidad de agitación (X2) y tiempo(X3) como variables independientes. El modelo del azúcar tamizado, ecuación 3, demuestra que el efecto de las variables independientes sobre el parámetro respuesta porcentaje de azúcar tamizado, es mayor cuando se encuentra en sus niveles más altos de temperatura y bajo en la velocidad y tiempo, lo que equivale a 33,7% de conglomerados retenidos; este valor se encuentra dentro del rango obtenido y reportado por la empresa Gardenia en el 2011 entre 30 a 40% de conglomerados.

Yat = 39, 91 + 4,246*X1 - 5,399*X2 - 5,663*X3 - 2, 55*X1*X2 - 1,497*X1*X3 + 1,558*X2*X3 + 5,472*X1*X2*X3 *Ec 3*

Color en edulcorantes de la agroindustria panelera

La evaluación del color de los derivados de la agroindustria panelera, es una medida de control de calidad y aceptación o rechazo por el consumidor en el momento de la adquisición del producto en el mercado. Se elaboró un abanico colorimétrico para la miel hidrolizada (producto nuevo), panela y azúcar natural fig. 1 basado en el método técnico de la escala de colores CIE-Lab utilizando el Pantone Palette X-rite, cuya gama de colores corresponden a todos los encontrados en estos productos y que puede ser utilizada para medir el color del producto como medida de calidad.

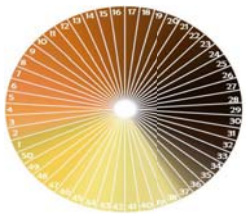


Fig. 1 Abanico colorimétrico

Productividad de la producción de edulcorantes

Los rendimientos del proceso de producción están influenciados por variables como tiempo y materiales utilizados y que se reflejan en el costo final del producto. La productividad se mide por la cantidad de productos elaborados en un tiempo determinado al menor costo de insumos y materiales. Fig. 2. Comparando los tres productos resulta mayormente productivo elaborar miel que panela y azúcar natural, pues se alcanza mejores rendimientos, calidad e inocuidad del producto y consecuentemente mayor productividad.

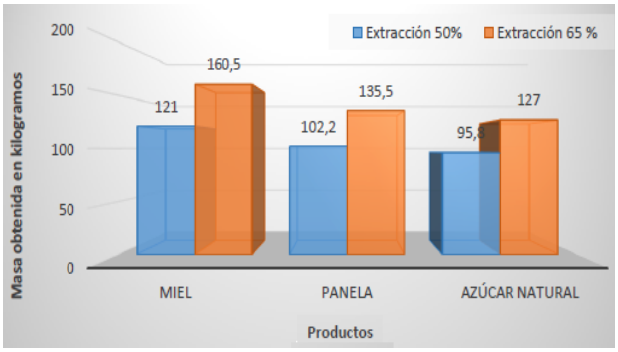


Fig. 2. Productos para diferentes extracciones de jugo

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la industria panelera refleja problemas de calidad al no medir parámetros y variables fundamentales de las etapas del proceso.

La calidad e inocuidad y el control de los edulcorantes de la agroindustria panelera, están influenciadas por el control de variables en cada etapa del proceso y la aplicación de buenas prácticas de manufactura.

El color en los derivados de miel, panela y azúcar permite interpretar la calidad del producto, basado en el abanico colorimétrico, lo que permite estandarizar el producto en cuanto al color de uno o varios productos y definir el grado de aceptación o rechazo de un producto en el mercado

La necesidad de mejorar los procesos paneleros y diversificar la producción para ser productivos con criterios de calidad, productivos y sustentables, se convierte en necesidad para desarrollar alternativas de intensificación en la industria panelera ecuatoriana.

REFERENCIAS

1. FAO. Agroindustria para el desarrollo. Food and agricultural organization, Roma. http://www.fao.org/docrep/017/i3125s/i3125s00.pdf. (Accessed 02 January 2016). 283. 2013.
2. Quezada Walter; González Erenio; Quezada David y Mera Moraima. Cane honey: alternative of quality and harmlessness. International Journal of Engineering Research ISSN: 2319-6890) (online), 2347-5013(print) Volume No.5, Issue No.7, pp: 589-593 1 July 2016.
3. Quezada, W., and Gallardo, I. Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. 3:41-48. Cuba. 2014
4. UVE. Miel de abejas, el azúcar moreno y sus propiedades nutricionales. España. Unión Vegetariana Española. Artículo de Nutrición. http://www.unionvegetariana.org/la-miel-de-abejas-el-azúcar-moreno-y-sus-propiedades-nutricionales. 2005.
5. Jaffé, W. Health Effects of Non-Centrifugal Sugar (NCS): A Review. Sugar Tech. An International Journal of Sugar Crops and Related Industries.14 (2):87-94. Sugar Tech. DOI 10.1007/s12355-012-0145-1. 2012.

PRODUCCIÓN DE FRUCTOLIGOSACARIDOS-FOS PARA DIVERSIFICAR LA PLANTA DE SORBITOL

FRUCTOLIGOSACHARIDES PRODUTION FOR DIVERSIFICATION A SORBITOL PLANT

Autor (es): Alfonso M.*, Marshall J.**

*Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

**Planta sorbitol de la UEB Ignacio Agramonte, EA Camagüey

e-mail: marlen.alfonso@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se realizó un estudio de oportunidad relacionado con la producción de fructoligosacaridos usando la enzima recombinante de CIGB 1-SST. Se obtuvieron aceptables indicadores económicos por concepto de la diversificación de una planta de sorbitol existente que a su vez incrementa el % de explotación de su capacidad de producción.

PALABRAS CLAVES: fructoligosacaridos, sorbitol, diversificación, sucro-química

ABSTRACT

An opportunity study related with fructologosacharides production using the CIGB enzyme 1-SST was done. A better economical indicators are obtained due to diversification and a sorbitol plant which production is also increased.

KEY WORDS: Fructoligosacharides, sorbitol, diversification, sucro-chemistry

INTRODUCCIÓN

La planta de Sorbitol fue fundada en 1993, cuenta con personal altamente calificado, moderna tecnología y un elevado grado de automatización. Se distingue por la calidad de su Sorbitol, el cual se comercializa en el mercado nacional y se exporta a países de tres continentes. El estado actual de los equipos es adecuado y se trabaja en mejorar las condiciones para lograr certificar el sistema de calidad e inocuidad por las normas vigentes (NC ISO 9001 y 22000).

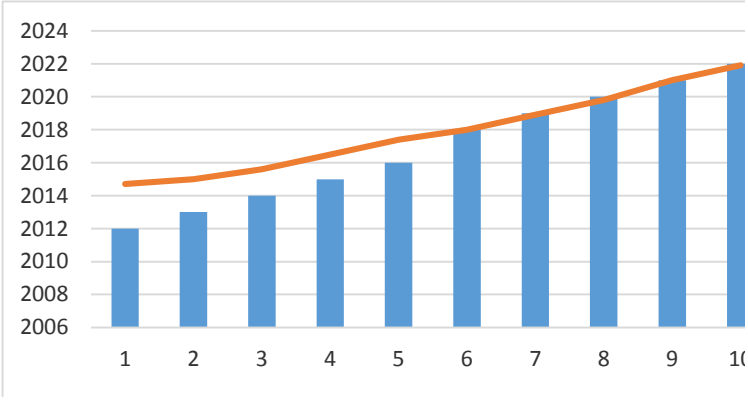
Se propone utilizar la instalación de la planta de sorbitol para producir FOS mezcla con un mínimo de cambios en las condiciones tecnológicas y de operación de los equipos existentes. La experiencia adquirida con la producción de FOS mezcla sería un antecedente muy importante para asimilar la tecnología de separación cromatografica cuando se disponga del financiamiento necesario en el futuro, elevando su pureza hasta 95 %. El FOS mezcla tendría un contenido entre 50-60 % de FOS (del cual 90 % es 1-kestosa), 27 % de glucosa y el resto sacarosa que le suministraría al producto un poder edulcorante adecuado para la industria alimenticia tradicional.

El Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología- CIGB es la entidad que ha desarrollado la enzima recombinante 1-SST (3) de forma seca o libre (es decir no inmovilizada) y esto es lo que permitiría producir FOS mezcla en la planta de sorbitol aun sin la planta de separación cromatográfica.

Los Fructo-oligosacáridos (FOS) son fibras no digeribles que casi no aportan calorías y se usan como sustitutos del azúcar, porque aportan aproximadamente, un tercio del dulzor de la sacarosa, es decir, que añadidos a diferentes alimentos brindan una combinación de dulzor y bajo aporte calórico, unido a los beneficios adicionales a la salud. Entre los efectos fisiológicos del consumo de FOS (tanto en animales como en humanos), se encuentran los relacionados con: la salud gastrointestinal, reduce riesgo del cáncer de colon, eleva el sistema inmunológico, evita la obesidad y la diabetes (2). Los Fructo-oligosacáridos pueden encontrarse en: productos como: helados, sorbetes, dulces de leche, bebidas lácteas funcionales, yogurt, galletas, barras de cereales, jugos de frutas, néctares, salsas, refrescos y productos horneados, entre otros. También se pueden utilizar en la alimentación animal. Actúan como sustrato para la microflora en el intestino grueso, aumentando la salud general del tracto gastrointestinal. Los FOS han sido además recomendados como suplementos dieteticos para prevenir las infecciones intestinales causadas por algunas levaduras tales como *Candida albicans*. Varios estudios han encontrado que los FOS y la inulina promueven la absorción de calcio tanto en intestino humano como animal. La microflora intestinal en la porción final del intestino es capaz de fermentar los FOS, lo que contribuye a reducir el pH. El calcio es más soluble en medio ácido, y, por lo tanto, una mayor cantidad de este es liberado de los alimentos y se encuentra disponible para ser absorbido.

SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO. La demanda de FOS en el mercado se pronostica que siga creciendo y así se reporta en un estudio americano realizado por la consultora Grand View Research hasta el 2024 (1). En el 2015 se producían y comercializaban alrededor de 134,000.0 t/a de FOS de dos fuentes (sacarosa e inulina) y se prevé que su producción se duplique para el 2024 lo cual puede ser una oportunidad importante para los países azucareros. Cuba posee una planta de sorbitol donde puede desarrollar esta producción emergente que puede elevar hasta más de 10 veces el valor agregado del azúcar que produce. El FOS de alta pureza se puede vender entre 7500 hasta 10,000.0 USD/t y como FOS mezcla alrededor de 3500 USD/t (1 y 2).

El mercado actualmente lo dominan EU, China, Japón y Alemania. En Asia, Europa y Norteamérica se emplea fundamentalmente como fibra dietética y suplemento nutricional. A continuación ver gráfico sobre **Estimado del crecimiento de los ingresos por la producción y comercialización del FOS hasta el 2022 (1).**



Cerca de Cuba existen dos mercados con un consumo importante que crece sostenidamente los cuales son: Norte y Latinoamérica. A estos mercados se puede llegar con estrategias de costos, elevada calidad e

inocuidad partiendo de una enzima desarrollada en el país. No se debe descartar Europa que posee alrededor del 40 % de la demanda global (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esquema productivo que se propone.

- Elevar producción de sorbitol de 1500 a 6500 t/a con glucosa importada y las dos plantas de glucosa de Cuba (1er año a 3500 t/a y segundo hasta 6500).
- Una compañía dominicana que produce y vende la glucosa comercializaría 5000 t/a de sorbitol a precios tales que brinde rentabilidad a la planta a partir de los precios de glucosa utilizados.
- Producir 1000 t/a de FOS mezcla para vender a 2,500.0 CUC/t.

A continuacion se presenta como varian los costos de transformacion de la glucosa en sorbitol en dependencia del % de explotacion de la planta y de la parte del año. Se presenta la ficha de costo de FOS.

Costo de conversión de la producción de sorbitol en dependencia de la capacidad y del periodo del año

Capacidad de produccion (t)	1000	2000	3000	4000
	CUC	CUC	CUC	CUC
Sorbitol en tiempo Zafra	191,8	185,2	180,1	175,4
Sorbitol en tiempo Refinación	191,8	185,2	180,1	175,4
Sorbitol Independiente	322,3	315,8	310,7	306,0

Se refina alrededor de 10 meses/a

1 CUC=10 CUP

Disminuye con aumento de Aprovechamiento de capacidad

Si precio de venta de conversión es 250 CUC/t (lo pactado inicialmente con CLS) entonces para 4-5000 t/a la utilidad seria de 75 CUC/t

FICHA DE COSTO UNITARIO DE PRODUCCION						
Enero-Mayo (Zafra)				Año 2016		
Producto: FOSG mezcla 50-60 %			UM: t	Cap. Producción:	1000,00	
Concepto	U.M..	Indice Cons.	Precio Total	Div	Costo Total	Div
Mat. primas y Mater.						
Sacarosa	t	0,6500	1600	550	1040,00	357,50
Catalizador	MUA	0,9800	200	200	196,00	196,00
Tierra de infusorios	kg	2,2300	1,319	1,157	2,94	2,58
Acido clorhidrico	kg	3,9100	0,176	0,083	0,69	0,32
Hidróxido de potasio	kg	9,3400	0,892	0,718	8,33	6,71
Eter isopropilico	g	2,5900	0,003	0,003	0,01	0,01
Nitrógeno líquido	l	0,0000	0,000	0,210	0,00	0,00
Carbón activado	kg	3,5000	1,590	1,404	5,57	4,91
Resina anionica	l	0,0560	5,530	5,530	0,31	0,31
Resina cationica	l	0,0280	7,740	7,740	0,22	0,22
Niquel renay	kg	0,0000	87,000	87,000	0,00	0,00
Energia Elect.propia	MWh	0,7680	20,700	3,500	15,90	2,69
Vapor zafra	t	1,0030	2,169	0,091	2,18	0,09
Agua tratada	m3	8,3800	0,330	0,230	2,77	1,93
Envases (Flexitanque)	U	0,0000	700,000	700,000	0,00	0,00
Total Gastos Materiales	P				**1078,90**	**377,27**
Salarios	P				**38,88**	
Seg. Social	P				5,44	
Gastos Generales	P				6,41	4,96
Gastos de Mtto y Rep.	P				7,93	1,48
Otros Gastos	P				0,02	2,85
Gastos Distrib y Venta					27,30	0,42
Costos de Operación	P				**85,98**	**9,71**
Depreciación	P				62,98	
Costos Financieros	P					
Costo Total de Prod.	P				**1227,86**	**386,98**
					84,0686	

Para el caso de producción de 1000 t/a de FOS se considera un margen de utilidad entre 500-900 CUC/t

Precio de venta preliminar: 2500 USD/t

La inversion necesaria para mejorar condiciones de la planta despues de varios años de explotacion, y lograr condiciones para certificar el proceso de produccion por las normas NC ISO 9001 y 22000 es de alrededor de 2 millones de USD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las fichas de costo de la conversión de glucosa en sorbitol y asumiendo una utilidad de 50 CUC/t para el mercado interno y de 70 CUC/t para la exportación y de 900 CUC/t para el caso de la producción de FOS mezcla (precio de venta 2500 CUC/t) y con una inversión inicial necesaria de 2 millones de CUC, entonces los resultados de un flujo de caja preliminar para una oportunidad de negocios como la expuesta anteriormente se muestran a continuación.

Inversión de 2 millones de USD 1er año

Produccion del 1 año	t	Util/t	Util/a	Produccion del 2-5 año	t	Util/t	Util/a
Sorbitol MI	1500	50	75000	Sorbitol MI	1500	50	75000
sorbitol export	2000	70	140000	sorbitol export	5000	70	350000
FOS	500	900	450000	FOS	1000	900	900000
			665000				1325000

Año	1	2	3	4	5
utilidad	665000	1325000	1325000	1325000	1325000
inversion	2000000	-1335000	-10000		
	-1335000	-10000	1315000	1325000	1325000

Año	Benef
1	-1335000
2	-10000
3	1315000
4	1325000
5	1325000

TIR 46%
VAN $1,493,791.72

Tpo retorno= 2.2

CONCLUSIONES

- Con el esquema de producción propuesto para la planta de sorbitol se logra una adecuada rentabilidad (TIR de 46%, VAN de 1.5 millones y tiempo de retorno de 2,2 años).
- Se logra aprovechar la capacidad de la planta a más del 70 % mejorando su economía anual.
- Se logra una mayor diversificación en la producción de la planta y de AZCUBA al introducir la producción de FOS mezcla que es un producto de alto valor agregado.

REFERENCIAS

1. Estudio de la consultora Americana Grand View Research con el título *Fructooligosaccharides (FOS) Market Analysis By Source (Inulin, Sucrose) By Application (Food & Beverages, Infant Formula, Dietary Supplements, Animal Feed, Pharmaceuticals) And Segment Forecasts To 2024.*

2. Reporte de BIOMUNDI sobre *Estudio de mercado sobre fructo-oligosacáridos. Situación hasta el 2009.*

3. Patente WO 2014-044230 A1. *Método de obtención de 1 kestosa*. Autores: Pérez Cruz, E.; Hernández García, L. y col.

ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE AZÚCARES INVERTIDOS
ALTERNATIVES FOR INVERT SUGAR PRODUCTION

Autor (es): Martínez D[1*], Menéndez[2] C, Ramírez R[2], Sobrino A[1], Pérez ER[1], del Monte A[3], Cutiño B[3], Rodríguez I[4], Hernández L[2]
[1]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Sancti Spíritus, POBox 83, Sancti Spíritus 60200, Cuba.
[2] Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Apartado 6162, Habana 10600, Cuba.
[3]Centro de estudios de proteínas, Facultad de Biología, Universidad de la Habana, 25 e/ J e I, Vedado, Havana 10400, Cuba.
[4] Departmento Ingeniería Química. Universidad Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.
* e-mail: duniesky.martinez@cigb.edu.cu

RESUMEN

Los azúcares invertidos son de amplia aplicación en la industria alimenticia. Con el objetivo de producir azúcares invertidos se empleó la cepa recombinante *Pichia pastoris* BfrA4X que expresa la enzima β-fructosidasa (BfrA) de *Thermotoga maritima*. A partir del cultivo de la cepa se generaron tres biocatalizadores termoestables: PpABfrA, GSBfrA y BfrA basados en células inmovilizadas, enzima inmovilizada y la enzima libre, respectivamente; todos fueron capaces de hidrolizar altas concentraciones de sacarosa a 60ºC. Se emplearon tres alternativas de operación para reutilizar los biocatalizadores: un reactor discontinuo tipo tanque agitado, una columna de lecho fijo y un reactor de membrana. Los biocatalizadores operaron de forma estable a 60ºC con tiempos de vida media superiores a las 144 h. La versatilidad de los biocatalizadores termoestables, capaces de operar a altas concentraciones de sacarosa en diversos reactores, convierten a la BfrA en una excelente candidata para la producción industrial de sirope invertido.
PALABRAS CLAVE: BfrA, invertasa, azúcares invertidos, inmovilización.

ABSTRACT

Inverted sugars are widely used in the food industry. In order to produce inverted sugars was used the recombinant strain *Pichia pastoris* BfrA4X that express *Thermotoga maritima* β-fructosidase enzyme (BfrA). From the culture of the strain three thermostables biocatalysts were generated: PpABfrA, GSBfrA and BfrA based on immobilized cells, immobilized enzyme and free enzyme, respectively. All biocatalysts were able to hydrolyze high concentrations of sucrose at 60°C. Three operating alternatives were applied to reuse the biocatalyst: a discontinuous stirred tank reactor, a fixed bed column and a membrane reactor. The biocatalysts were able to operate stably at 60°C with mean half-lives longer than 144 h. The versatility of thermostable biocatalysts, capable of operating at high concentrations of sucrose in various reactors, make the BfrA an excellent candidate for the industrial production of inverted syrup.
KEY WORDS: BfrA, invertase, invert sugar, immobilization.

INTRODUCCIÓN

Durante la producción industrial de azúcar de caña, la solución de sacarosa es concentrada en evaporadores de donde resulta una solución de alrededor de 600 g/L y temperaturas entre 80 y 90ºC. En este paso la sacarosa pudiera ser convertida en azúcar invertido si existiera una invertasa lo suficientemente termoestable. Sin embargo, la actividad de la invertasa de *S. cerevisiae,* principal enzima para la producción industrial de azúcares invertidos, cae rápidamente si es reutilizada por encima de 50ºC. La invertasa de *Thermotoga maritima* (BfrA) hidroliza sacarosa y entre sus propiedades más importantes se encuentran su temperatura óptima de 90-95°C y su insensibilidad a la termoinactivación (Liebl et al., 1998).
La inmovilización de enzimas y células ofrece ventajas técnicas y económicas, tales como la reducción de costos, posibilidad de reuso y fácil separación de las mezclas. Sin embargo la utilización de biocatalizadores

inmovilizados también presenta inconvenientes como afectación de la actividad enzimática además de aumentar la complejidad y costo del proceso. Para la producción de azúcares invertidos han sido reportados el empleo de invertasas libres e inmovilizadas, tanto en sistemas discontinuos tipo tanque agitado (Andjelković et al., 2015), como en columnas empacadas (Tanaka et al., 2000) o en reactores de membrana (Addezio et al., 2013). Cada uno de estos reactores presenta ventajas y desventajas que los productores evalúan y adecuan a sus condiciones y necesidades.

Aunque no existe un biocatalizador ideal para la producción de azúcares invertidos, representaría una ventaja contar con un biocatalizador que reuna características como termoestabilidad, capacidad de hidrólisis de sacarosa a altas concentraciones, posibilidad de emplearse tanto libre como inmovilizado y de operar en diferentes reactores ofreciendo la posibilidad de adaptarse a tecnologías existentes. En este trabajo se utilizó la cepa recombinante *Pichia pastoris* BfrA4X que expresa la enzima β-fructosidasa (BfrA) de *Thermotoga marítima,* esta permitió obtener biocatalizadores basados en diferentes principios de inmovilización, así como la enzima libre. Con el objetivo de producir azúcares invertidos a temperaturas de pasteurización y concentraciones de sacarosa entre 500 y 700 g/L se evaluaron diferentes alternativas de operación. En Cuba no existe una tecnología enzimática de producción de azúcar invertido por lo que contar con estos biocatalizadores sería una alternativa que contribuiría a la diversificación de la industria azucarera en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepa, medios y condiciones de cultivo a nivel de fermentador

Cepa *Pichia pastoris* GS115BfrA4X obtenida de la colección de cepas del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología Sancti Spíritus (Menéndez et al., 2013). Todas las fermentaciones se realizaron en un fermentador INFORS HT de 7,5 L totales y un volumen de trabajo de 5 L. Se utilizaron los medios, condiciones de cultivo e incremento exponencial descritos por Martínez et al., 2014.

Procesos de Inmovilización

La inmovilización de 300 g de células inactivadas en alginato de sodio se realizó según describen Martínez et al., 2014. El biocatalizador obtenido se nombró PpABfrA. Para la inmovilización la BfrA del sobrenadante de cultivo se purificó por IMAC según Menéndez et al, 2013. Las condiciones de inmovilización a pH 10 y la preparación de la matriz de Glioxil-Sepharosa CL 4B (5 mL) se realizaron según Martínez et al, 2014a. El biocatalizador se nombró GSBfrA.

Ruptura celular mecánica y purificación por calentamiento

La ruptura de la biomasa de *Pichia pastoris* GS115 BfrA4X se realizó por cizallamiento con perlas de vidrio de 1 mm de diámetro utilizando un molino de bolas. Se mezclaron 5 g de biomasa, 5 mL de tampón de acetato de sodio 50 mM, pH 5,5 y 10 mL de perlas de vidrio. Se aplicaron 3 pases de 1 minuto, seguidos de intervalos 1 minuto de reposo en hielo. El producto de ruptura se incubó 30 minutos a 80ºC en un baño termostatado. La muestra calentada se centrifugó a 13500 rpm, por 30 minutos a 4ºC, el sobrenadante se utilizó como biocatalizador y se nombró BfrA libre.

Estudio del comportamiento cinético de los biocatalizadores

Se calculó el porcentaje de hidrólisis de sacarosa midiendo la fructosa liberada a concentraciones iniciales de sacarosa entre 500 y 700 g/L, a pH 5,5; 60ºC y agitación de 100 rpm. En todos los casos se evaluaron dos cargas de biocatalizador dadas por las relaciones masa de biocatalizador (g): volumen de reacción (mL) o U/g de sacarosa. Las relación 1:5 y 1:10 para PpABfrA; 1:25 y 1:285 para GSBfrA y 4 y 8 U/g de sacarosa para BfrA libre. En todos los casos la hidrólisis se determinó por el método de DNSA (Miller, 1959).

Reuso de los biocatalizadores

Las reacciones de hidrólisis se realizaron con sacarosa a 600 g/L en tampón acetato de sodio 50 mM, pH 5,5 y a 60ºC. El biocatalizador PpABfrA se operó en un reactor de 1 L tipo tanque agitado a 100 rpm. El biocatalizador se reutilizó en 30 reacciones discontinuas de 12 horas, con una relación 1:10. Al final de cada ciclo se recargó el reactor con solución fresca de sacarosa. El biocatalizador GSBfrA se operó en una columna de 1 mL con 0,35 g (peso húmedo) de GSBfrA. Se alimentó con la solución de sacarosa a un flujo de 5 mL/h durante 144 h. El porcentaje de inversión se midió cada 24 h. La reacción de BfrA libre se llevó a cabo con 4 U/g de sacarosa en un reactor de 1 L tipo tanque agitado a 100 rpm, acoplado a una membrana

MILIPORE de 30 kDa y 0,09 m^2 que se utilizó para descargar el reactor cada 24 h hasta un 20% del volumen inicial, recirculando a un flujo de 156 mL/min y 12 PSI; el retenido se regresó al reactor y el permeado se colectó para su análisis. En todos los ciclos se recargó el reactor con 800 mL de solución fresca de sacarosa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivo de *Pichia pastoris* GS115 BfrA4X y generación de biocatalizadores.

El cultivo con incremento exponencial de la cepa *Pichia pastoris* GS115 BfrA4X permite obtener un peso húmedo de 246 g/L, una actividad intracelular de 740 U/g y extracelular de 182,2 U/mL. A partir de 1 L de cultivo pueden obtenerse tres variantes de biocatalizadores, basados en células o enzimas inmovilizadas y la enzima libre obtenida tanto por ruptura celular como libre en el sobrenadante de cultivo. Los biocatalizadores fueron nombrados PpABfrA, GSBfrA y BfrA libre, respectivamente. Las cantidades de cada biocatalizador que pueden obtenerse a partir de 1 L de cultivo se muestran en la tabla I.

Hidrólisis de la sacarosa en reactores discontinuos tipo tanque agitado.

Los biocatalizadores se utilizaron para realizar la inversión de la sacarosa en reactores discontinuos tipo tanque agitado a concentraciones iniciales de sacarosa de 500, 600 y 700 g/L. Los porcentajes de hidrólisis a dos cargas por biocatalizador se muestran en la figura 1. En todas las condiciones ensayadas se logró más del 50% de hidrólisis de la sacarosa.

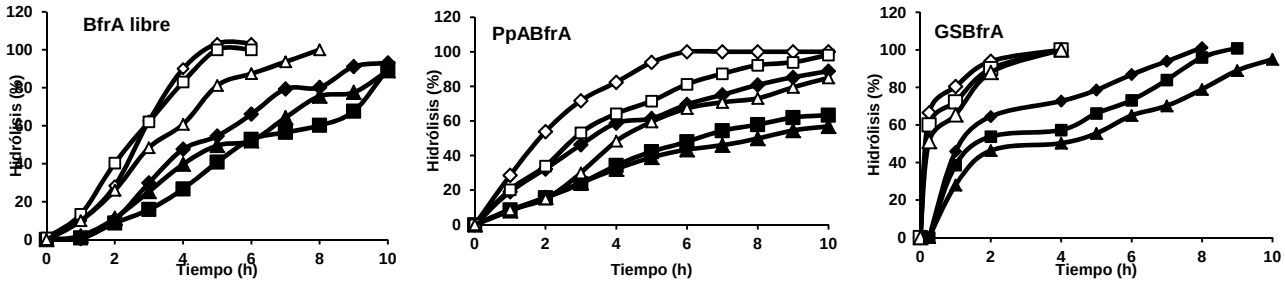


Figura 1 Porcentaje de hidrólisis de sacarosa a diferentes concentraciones iniciales. Las cargas 8 U/g, 1:5 y 1:285 (símbolos abiertos) y 4 U/g, 1:10 y 1:25 (símbolos cerrados) corresponde a BfrA libre, PpABfrA y GSBfrA, respectivamente. Las concentraciones de sacarosa fueron 500 (rombo), 600 (cuadrado) y 700 g/L (triángulo) a pH 5,5, a 60ºC y agitación 100 rpm.

En la tabla I se resume la productividad en cada una de las concentraciones ensayadas con cada carga de los biocatalizadores, según la cantidad de biocatalizador que puede obtenerse de 1 L de cultivo.

Tabla I Productividad de los biocatalizadores a diferentes concentraciones iniciales de sacarosa.

Biocatalizador	Biocatalizador/L*	Relación	500 g/L	600 g/L	700 g/L
PpABfrA	725 g	1:10	445,6	348,3	316,5
		1:5	226,3	226,8	215,4
GSBfrA	1,3 g	1:285	26,8	28,0	25,9
		1:25	7,5	8,0	8,1
BfrA libre	97379,8 U	4 U/g	2233,5	2160,0	2178,8
		8 U/g	2066,0	2000,0	1531,3

La productividad (P) representa la cantidad de sacarosa hidrolizada por cantidad de biocatalizador obtenido de 1 L de cultivo en el tiempo de reacción (g/L/h). Los cálculos se realizaron para más de un 98% de hidrólisis o a las 10 h de reacción. *Cantidad de biocatalizador que se obtiene por L de cultivo.

Reuso de los biocatalizadores

La hidrólisis de la sacarosa para la obtención de azúcares invertidos se realizó empleando diferentes sistemas, PpABfrA se operó en un reactor discontinuo tipo tanque agitado, GSBfrA se operó de manera continua empacado en una columna y la BfrA libre se operó de manera semicontinua en un reactor de

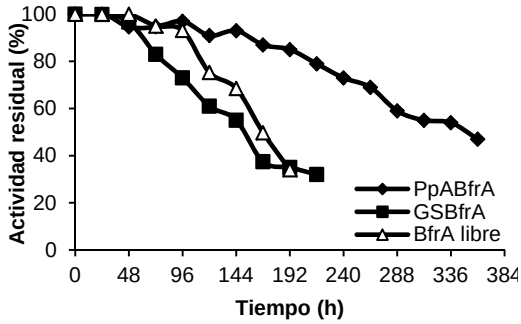


Figura 2 Reuso de los biocatalizadores a 60ºC, 600 g/L de sacarosa.

membrana. La estabilidad de los biocatalizadores en condiciones reactivas mostraron tiempos de vida media de 360, 144 y 168 h para PpABfrA, GSBfrA y BfrA libre, respectivamente (Figura 2).

Si se asume que no existiera pérdida de actividad en los diferentes reactores y se opera durante el tiempo que mantienen más de un 50% de su actividad inicial, las cantidades de biocatalizador obtenido de 1 L de cultivo permitirían hidrolizar las cantidades de sacarosa que se muestran en la tabla II. Teniendo en cuenta la mejor condición de cada biocatalizador, con la BfrA libre obtenida de un litro de cultivo podrían hidrolizarse 2,3 y 93,8 veces más sacarosa que con PpABfrA y GSBfrA, respectivamente.

Tabla II Estimación de la hidrólisis de sacarosa a partir de 1 L de fermentación.

Biocatalizador	Relación	Sacarosa hidrolizada (kg)*		
		500 g/L	600 g/L	700 g/L
PpABfrA	1:10	160,4	125,4	113,9
	1:5	62,5	62,6	59,5
GSBfrA	1:25	1,1	1,2	1,2
	1:285	3,9	4,0	3,7
BfrA libre	4 U/g	375,2	362,9	366,0
	8 U/g	347,1	336,0	257,3

*La sacarosa hidrolizada se calculó multiplicando la cantidad de biocatalizador obtenida por litro de cultivo (tabla I) por la productividad (tabla I) y el tiempo de operación. Los tiempos fueron 360, 144 y 168 h para PpABfrA, GSBfrA y BfrA libre, respectivamente.

CONCLUSIONES

Los tres biocatalizadores obtenidos fueron capaces de hidrolizar altas concentraciones de sacarosa a 60ºC y de operar en diferentes tipos de reactores de manera estable, con tiempos de vida media superiores a 144 h.

REFERENCIAS

1-Liebl W, Brem D y Gotschlich A Analysis of the gene for β-fructosidase (invertase, inulinase) of the hyperthermophilic bacterium *Thermotoga maritima*, and characterisation of the enzyme expressed in *Escherichia coli Appl Microbiol Biotechnol* (1998) 50: 55-64

2-Tanaka H, Kamogawa T, Aoyagi H, Kato I, Nakajima R. Invertase production by *Saccharomyces cerevisiae* protoplasts immobilized in strontium alginate gels beads. J Biosci Bioeng (2000) ;89:498-500.

3-Addezio FD, Yoriyaz EJ, Cantarella L, Cantarella M y Vitolo M. Using a Membrane Reactor for Sucrose Hydrolysis: The Effect of Reactor's Design on Invertase Stability. *Journal of Environmental Science and Engineering A* (2013) 2 582-592.

4-Menéndez C, Martínez D, Trujillo LE, Mazola Y, González E, Pérez E, Hernández L. Constitutive high level expression of a codon-optimized β–fructosidase gene from the hyperthermophile *Thermotoga maritima* in *Pichia pastori. Applied Microbiology and Biotechnology* (2013) 97 (3): 1201-1212.

5-Martínez D, Menéndez C, Pérez ER, Echemendía F, Trujillo L, Hernández L Complete sucrose hydrolysis by the heat-killed recombinant *P. pastoris* cells entrapped in calcium alginate, *M Cell Fact* (2014) 13:87

6-Martínez, D, Cutiño-Avila, B, Pérez ER, Menéndez C, Hernández L, del Monte-Martínez, A. A termostable exo-β fructosidase immobilised through rational design *Food Chemistry* (2014) 145 826-831.

7-Miller GL Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem;* (1959) 31: 426-42

SUGARCANE JUICE UTILIZATION: EXPEDITIOUS GREEN SYNTHESIS OF GRAPHENE

USO DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR: SINTESIS VERDE DE GRAFENO

Mohan, Narendra* and Srivastava, Vishnu Prabhakar
National Sugar Institute, Kanpur, India
E-mail: director.nsi@gov.in

ABSTRACT

Graphene is a wonder material with much superlative performance and has caused much excitement in the scientific community since the reception of Nobel Prize in 2010. The literature records numerous methods to synthesize graphene. One amongst them is chemical reduction of graphene oxide (GO) utilizing hydrazine or its derivatives as the reducing agent. However, they are highly hazardous and explosive. The environmentally friendly synthesis of graphene-based materials using green chemistry has attracted tremendous attention in recent years due to its easy handling, low cost, and biocompatibility. This study reports sugarcane juice as a new, green, and efficient reducing agent as well as stabilizing agent for GO reduction. The prepared material is characterized with UV-visible absorption spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy, Raman spectroscopy and X-ray diffraction (XRD). The results of these analysis show that the oxygen containing functional groups of exfoliated GO have been removed remarkably after its reduction by sugarcane juice.
KEYWORDS: Sugarcane juice, Chemical reduction, Natural reductant, Graphene oxide

INTRODUCTION

Graphene, two dimensional (2D) allotrope of carbon discovered in 2004, is the basic building block present in all graphitic materials (graphite, carbon nanotube, and fullerene).[1] It is one of the hottest materials in the scientific community due to its unique properties such as structure, electrical conductivity, mechanical and catalytic properties. Graphene-based materials have been a target for nanotechnologists owing to their exceptionally high crystal and electronic qualities. They have emerged as promising new nano-materials for a variety of exciting applications despite their short history. Due to the stable 2D structure and superior thermal, mechanical and electrical properties, graphene is widely used in various fields, including electronics, energy storage, catalysis, biosensors and biomedicine.[2] Graphene has been prepared by various methods such as mechanical exfoliation, chemical reduction of graphene oxide by a reducing agent, chemical vapor deposition, and epitaxial growth of graphene at high temperatures on substrates such as silicon carbide. Chemical reduction of graphene oxid is one of the highly explored synthesis approaches for the graphene preparation.[3] The two main steps in the chemical method for making graphene are the oxidation of graphite into graphene oxide, followed by the reduction of graphene oxide into graphene. Hummers' method is the most commonly used method to produce graphene oxide.[4] Graphene oxide, a highly exfoliated material dispersible in water, consists of graphene sheets functionalized with epoxide and hydroxyl groups. Chemically converted graphene is typically obtained from the reduction of graphene oxide using chemical reductant. Most of them proceed via the use of highly reactive reducing agents, such hydrazine or its derivatives, which are not environmental-friendly. The use of toxic chemicals in these synthetic procedures also limits their practical applications taking into account the environmental security.

Green technology is a set of principles or rather a chemical philosophy that encourages the design of products and processes that reduce or eliminate the use and generation of hazardous substances. Following

these principles, the use of organisms in this area, including microbes, fungi, and plants, is rapidly increasing due to several advantages namely being thermally and chemically stable, inexpensive, biocompatible, and most importantly, environmentally friendly. The ability of plants in the production of nano materials has opened a new and exciting approach toward the development of these natural nano-factories. Plants which can capture almost 75% of the light energy from sun and convert it into chemical energy have more advantages as sustainable and renewable resources than microbes and enzymes that need expensive methodologies for producing. Furthermore, the chemicals in the plants, such as antioxidants and reducing sugars, play significant roles in the fabrication of nano materials. Since, graphene and graphene oxide have tremendous potential for a wide variety of biomedical applications in drug delivery, tissue engineering, biodetection, bioimaging, etc due to their biocompatibility. Therefore, there is a growing need to develop environmentally friendly processes of graphene synthesis that do not use toxic chemicals. Recent reports on the reduction of graphene oxide discuss the substitution of natural reducing agents such as melatonin, vitamin C, polyphenols and sugar for toxic hydrazine.[5] Thus, plant extracts are attractive alternatives to the toxic chemical reducing agents as these are easily available, comparatively cheap and environmental friendly. Saccharum officinarum (sugar cane) is an abundant agricultural produce in poaceae family. It has stout jointed fibrous stalks that are rich in sugar organic acids such as malic acid, oxalic acid, citric acid, succinic acid, D-gluconic acid, polyphenols, and inorganic ions such as chloride, calcium, sodium, etc. The juice extracted from sugar cane has great reductive as well as stabilizing capability and utilized in the synthesis of silver nanomaterials.[6] In view of the presence of considerable amounts of suagr, organic acids and polyphenols in sugarcane juice, it may act as good reductant for the reduction of graphene oxide. Thus, the sugarcane juice was developed as a reductant to produce graphene by chemical reduction of graphene oxide for the first time.

MATERIAL AND METHODS

Material

Graphite powders (particle size: 20 lm) was purchased from Sigma-Aldrich and used as received. All chemical reagents were of analytical grade and used without further purification and Sugarcane was obtained from National Sugar Institute farm.

Preparation of graphene oxide from graphite

The graphene oxide was prepared from expanded graphite via modified Hummers' method. In a typical experiment, graphite powder (2.5 gm), $NaNO_3$ (2.5 gm) and H_2SO_4 (115 ml) were mixed in reaction a vessel. $KMnO_4$ (15 gm) was added gradually under stirring conditions on ice bath and then reaction mixture occurred at room temperature for 24 hours under continuous stirring. Subsequently, 200 ml distilledwater was added slowly and temperature of the reaction mixture was raised to 98 °C using an oil bath. After another 24 hours, 500 ml distilled water was added, followed by addition of 30 wt% H_2O_2 (50 ml). Finally, oxidation product was filtered and purified by rinsing with 125 ml of 5 wt% aqueous HCl solution. Subsequently, the filtrate cake was rinsed and washed thoroughly with copious amount of distilled water to remove the excess content of soluble ions. This processed dark brown oxidized material was dried in oven at 90 °C and used for further application.

Preparation of sugar cane juice

Sugarcane juice obtained from mature stems of sugarcane variety CoSe 1434 through sugarcane juice extractor roller. The crushing process breaks the hard nodes of the cane and flattens the stems. As prepared sugarcane juice was heated upto boiling and allowed to boil for 10 min. After completion of heating the

sugarcane juice was allowed to cool down to room temperature and filtered to obtain clear solution and used for further application.

Reduction of graphene oxide using sugarcane juice

50 mg of graphite oxide in 250 ml of beaker that contained 100 ml of sugarcane juice was sonicated for 30 min with help of ultra-sonication machine. After sonication, 150 µl of ammonia solution added in the beaker. Then the solution was poured into round bottom flask and vigorously shaken for a few minutes, the mixture was heated in an oil bath at 95^0C for 48 hrs. After completion of heating periods, the reduced graphene oxide filtered, washed with water and dried in an oven at 70 °C.

Characterization

UV-Visible spectra of graphene oxide and reduced graphene oxide in water were performed by Double beam UV-Visible spectrometer (EI 2375 Spectrophotometer). FT-IR spectra were recorded using Bruker Alfa-T FTIR spectrophotometer using KBr disc. Raman spectra were recorded with Witec model Raman spectrometer using Ar+ laser (λe = 532 nm) as an excitation source. X-ray diffraction (XRD) analysis was carried out using a Rigaku X-ray diffractometer with monochromated Cu K radiation (λ=1.5406Å).

RESULTS AND DISCUSSION

The reduction of graphene oxide was monitored by UV-Visible spectroscopy (Fig. 1a). The UV-Visible spectrum of graphene oxide showed an absorption band at 236 nm and a weak shoulder at 300 nm corresponding to π - π* transitions and C=O bonds respectively. Sugarcane juice assisted reduced graphene had a red shift of 278 nm which confirms the reduction of graphene oxide. It was observed that the optical absorption of reduced graphene oxide was higher than that of graphene oxide. The structural changes of graphene oxide upon reduction were analyzed using the patterns obtained by X-ray diffraction study Fig. 1b shows XRD patterns of raw graphite, graphene oxide and reduced graphene oxide. Graphite has a strong diffraction peak at about 26.52^o which represents an interlayer distance of 0.34 nm. In graphene oxide this peak disappears and a new weak diffraction peak appeared at 10.51^o with an interlayer space (d-spacing) of 0.84 nm. This indicates that the graphene oxide retains a layered structure. The distance between the layers increases, due to the formation of hydroxyl, epoxy and carboxyl groups which causes intercalation of water molecules. It is observed that reduced graphene oxide exhibited a peak at 28.8^o corresponds to the interlayer distance of 3.16 A and disappearance of 10.51^o in the XRD pattern of reduced graphene oxide as evident from spectra. This can be attributed to the successful reduction of the graphene oxide by sugarcane juice. Fig. 1c showed the FT-IR spectra of graphene oxide before and after reduction. The FT-IR spectrum of graphene oxide shows a strong peak at 1,731 cm^{-1} arising from the C=O stretching vibrations. The spectrum of graphene oxide exhibits several other peaks assigned as O–H at 3,421 cm21 and 1,403 cm^{-1}, C=C at 1,619 cm^{-1}, and C–O at 1,045 cm^{-1}. The intensities of the peaks corresponding to oxygen functionalities such as the C5O stretching vibration peak and the O–H deformation peak decreases greatly after 48 h, indicating that graphene oxide was reduced. The Raman spectrum (Fig. 1d) obtained after the reduction of graphene oxide using the sugarcane juice is similar to that of graphene oxide before reduction (D and G bands at 1,342 and 1,590 cm^{-1} respectively). The values of the intensity ratio (ID/IG) can be considered as a measure of the sp2 domain size in a carbon structure containing sp3 and sp2 bonds. It was found that the reduction of graphene oxide resulted in a decrease in the ID/IG ratio from 1.11 (graphene oxide) to 0.93, which can be assigned to the recovery of the graphitic structure in the sheets of graphene oxide during the reduction.

CONCLUSIONS

In summary, reduced graphene oxide was successfully produced by chemical reduction of graphene oxide using natural reductant-sugarcane juice. This strategy displays several distinctive features compared to the

traditional approaches, such as environmentally-friendly, cost-effective and operation-simple, and no toxic waste, which make it very attractive for bulk production of graphene for practical application. The present preliminary work has opened up a new aspect of utility of sugarcane juice acted as both a reducing and a stabilizing agent and offering new opportunities for cost-effective production of potential graphene-based biomaterials for many biomedical applications, including nanocarriers for targeting and localized drug delivery, bioimaging and biosensing.

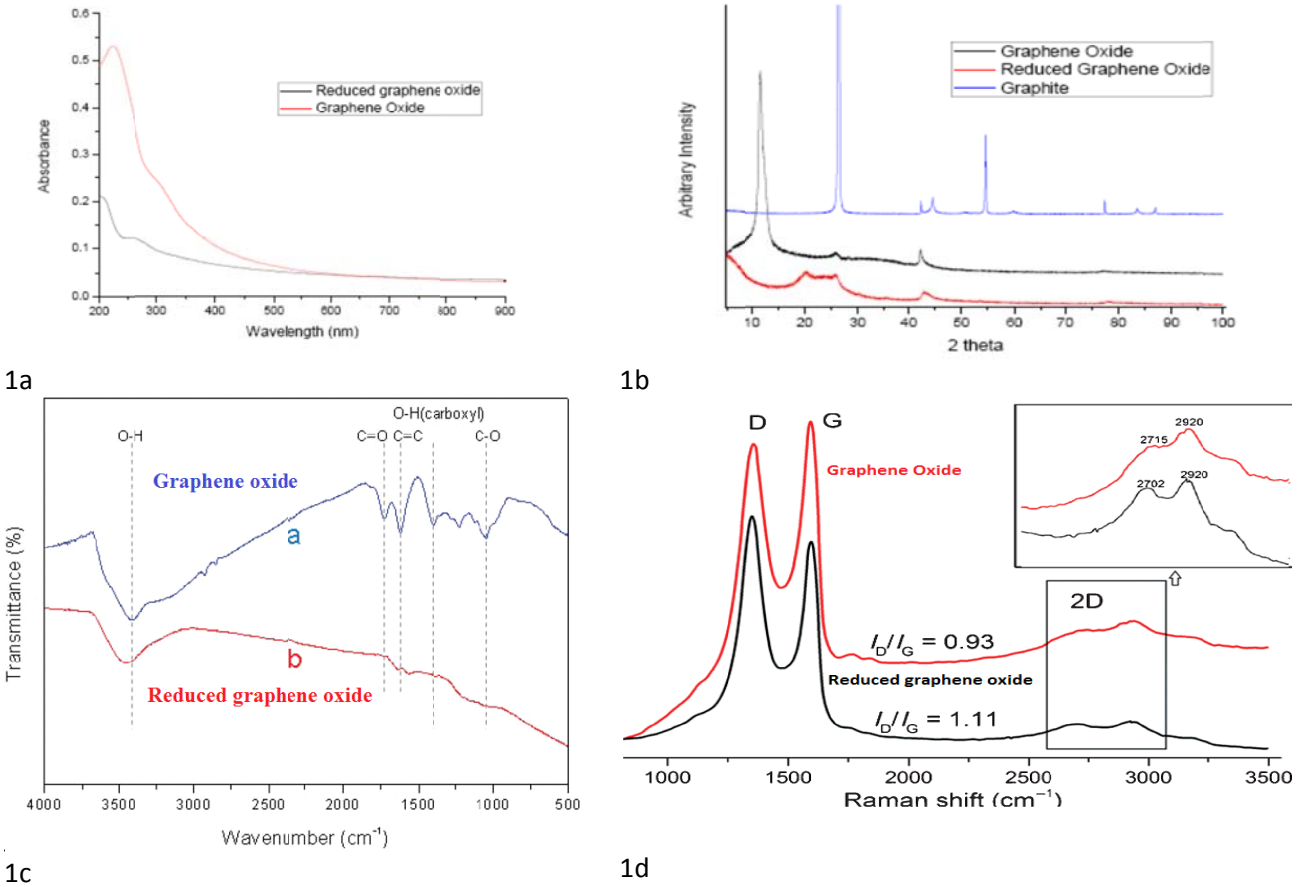


Fig. 1

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank SAIF, Punjab University, Chandigarh. The authors are also thankful to Dr. Prakash Chandra, Department of Chemistry, Institute of Basic Sciences, Bundelkhand University, Jhansi, India and Dr.PrabhakarRai, Department of Chemical Engineering, IIT, Kanpur, India.

REFERENCES

1. Novoselov KS et al. Electric field effect in atomically thin carbon films. Science 2004, 306, 666–669.
2. Hummers WS and Offeman RE. Preparation of graphitic oxide, J. Am. Chem. Soc. 1958, 80, 1339.
3. Avouris P. and Dimitrakopoulos C. Graphene: synthesis and applications, Mater. Today 2012, 15, 86–97.
4. Stankovich DA. et al. Synthesis of graphene-based nanosheets via chemical reduction of exfoliated graphite oxide, Carbon 2007, 45, 1558–1565.
5. Thakur S. and Karak N. Alternative methods and nature-based reagents for the reduction of graphene oxide: a review, Carbon 2015, 94, 224–242.

6. Kulkarni AA, and Bhanage BM. Ag@AgCl Nanomaterial Synthesis Using Sugar Cane Juice and Its Application in Degradation of Azo Dyes, ACS Sustainable Chem. Eng., 2014, *2*, 1007–1013.

ESTRATEGIA DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE MIEL FINAL EN LA PLANTA DE LEVADURA TORULA" "ALFREDO PÉREZ GONZÁLEZ" DE LA PROVINCIA CIEGO DE ÁVILA

OPTIMIZATION OF ROW MOLASSES CONSUMPTION AT THE TORULA YEAST FACTORY ""ALFREDO PÉREZ GONZÁLEZ" FROM CIEGO DE AVILA PROVINCE

Martínez-Valdivieso, J.A, Tortolo, K., Arística, R.C.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
* e-mail julio.martinez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La fábrica de levadura forrajera tipo Torula "Alfredo Pérez González" **(1)** fue la pionera de esta producción en CUBA, inaugurada en 1965 bajo los auspicios del Ministerio de Industrias y de su Ministro, el legendario Comandante Ernesto "CHE" Guevara de la Serna. Se encuentra aledaña al Central Ciro Redondo y ha tenido una historia productiva continuada y exitosa desde sus inicios hasta al presente, habiendo servido de escuela práctica para el desarrollo de todos los tecnólogos de proceso y técnicos del mantenimiento, que ya por más de 50 años han transitado por esta industria del actual Grupo AZCUBA. Actualmente y motivado por la falta de personal experimentado así como por la obsolescencia de la maquinaria que la soporta y la deficiencia en dispositivos de medición y control ha estado presentando dificultades con el cumplimiento de sus índices de comportamiento productivo. En este trabajo se presenta la estrategia diseñada para revertir la situación actual y garantizar que dicha planta recupere el camino productivo exitoso que avala su permanencia productiva por más de 50 años.

PALABRAS CLAVES: Consumo de miel final, Eficiencia productiva, buenas prácticas.

ABSTRACT

The Torula yeast factory "Alfredo Perez Gonzalez" (1) was the pioneer for this production in Cuba, inaugurated in 1965 under the auspicious of the Ministry of Industries and your Minister, the legendary Commander Ernesto "CHE" Guevara de la Serna. It is near of Ciro Redondo Sugar mill and has had a continuous, successful and productive history since the very beginning to the present having serves as practice school for the development of all process technologies and maintenance technicians that during 50 years have being passed by this industry from AZCUBA´s Group. Actually due to the presence of non-experimented workers as well as machinery anciently and the deficiency in measure and control devices has being showing non compliances with the productive performance index. In this work we show the designed strategic to came back to a successful productive activity and also to recover the road that valuated its permanence for more than 50 years in the production practice.

KEY WORDS: Row molasses consumption, productive efficiency, good practices.

INTRODUCCIÓN

La situación de la Planta de Levadura de la UEB Derivados Ciro Redondo ha experimentado en los últimos años incumplimientos en los índices de comportamiento productivo, motivado entre otros aspectos por la utilización de personal con poca experiencia en el manejo de la tecnología, obsolescencia tecnológica de la maquinaria y utilización de técnicas analíticas inadecuadas para el control de la producción y certificación de la calidad del producto terminado , así como inadecuadas metodologías de manejo de la actividad productiva en la cual se destaca el manejo del proceso por parte del Laboratorio cuando en realidad este debe erigirse en contra partida del personal de operación. De otro lado se destaca la inexistencia de facilidades tecnológicas que coadyuven al control efectivo del proceso tecnológico tales como disponer de recipientes para la dilución ,almacenaje e instrumentos de medición para solución de Urea , nutriente que a la vez de constituir una fuente importante de nitrógeno **(2)** ayuda al control efectivo del pH en la batición fermentada, aspecto este de gran importancia en la garantía de condiciones físico-químicas favorables al desarrollo de las Levaduras

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se partió de utilizar la cepa de levadura **(3**) ***Candida utilis*** **Y-660** procedente del banco del ICIDCA adquirida mediante el contrato CI-4 74 de adquisición de seis plantas de Levadura Torula de la firma francesa SPEICHIM la cual se ha comportado de manera satisfactoria por más de 40 años en la práctica productiva en nuestro país. En la **Tabla I** se presentan los principales componentes el medio de propagación utilizado en la Planta. Según se establece en el Manual de Operaciones del suministrador de la tecnología **(3)** deben garantizarse los siguientes parámetros físico químicos **Tabla II** para tener un buen desarrollo de la Levadura.

Tabla I Composición del medio de Propagación.

.

Parámetro	Valor
Fuente de carbono (%)	2.0
Sulfato di amónico (g/l)	0.78
Fosfato di amónico (g/l)	3.75

Tabla II Parámetros físico –químicos del Proceso.

Parámetro	**Valor**
Temperatura (^{o}C)	36-38
pH	4.0- 4.5
Aireación (Nm^3)	8000
Volumen de trabajo (m^3)	158
D (h^{-1})	0.25- 0.33

Al momento de la realización de la visita, la planta se encontraba trabajando con los siguientes parámetros de operación:

Temperatura- 36 ^{o}C
pH : 2.9- 3.2
D : 0,25 h^{-1}
Vt : 158 m^3

Con lo que se podía lograr, teniendo en cuenta una distribución de pérdidas del proceso (**1) según** se reporta en la **Tabla III**

Tabla III Distribución de pérdidas.

Pérdida (%)	Valor
Secado	3.0
Separación	6.0
Termólisis - Evaporación	1.0
Indeterminadas	0.76

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla IV** se presentan los resultados de haber seleccionado una, D =0,33h^{-1} **(1)** con lo cual se obtiene una productividad mayor del fermentados en régimen continuo con lo que puede incrementarse la producción de levadura /d. En ambas variantes se considero una distribución de perdidas similar (aprox. 10%).

Tabla IV Resultados obtenidos con la variante aplicada

Parámetro	Variante1	Variante 2
D h-1	0.25	0.33
P (kg/h)	1.01	1.35
Producción (t/d)	7.05	10.0
Temperatura (^{o}C)	38.0	38.0
pH	2,9	3.2
Aireación (Nm^{3})	8000	8000

CONCLUSIONES

Como conclusiones del trabajo pueden expresarse las siguientes:

1- Con la aplicación de la variante 2 se mejora la productividad de la Fermentación, lo cual redunda en incremento de la capacidad de la instalacion.
2- Los valores de pH obtenidos en ambos casos estan fuera del optimo debido a la imposibilidad de utilizar Urea como fuente de suministro de Nitrógeno con lo cual podría elevarse dicho parámetro hasta valores próximos a 4.0 (mas cerca del rango optimo).
3- Debe continuarse trabajando durante un tiempo mayor esta variante tratando de acerarnos más a los requerimientos físico-químicos en aras de lograr incrementar un poco más la productividad del sistema.

REFERENCIAS

1. Estevez,R. (2005) Estudio para el uso de jugos diluidos en la produccion de Levadura en la planta"Roberto Perez Gonzalesz" de la UEB Derivados Ciro Redondo.
2. Manual de Operaciones para plantas de Levadura de Tecnologia Francesa SPEICHIM.(1974).
3. Reporte interno (1978) "Recomendaciones de uso de la cepa de Levadura Candida utilis Y-660 en la prctica industrial".

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

UTILIZACIÓN DE LA MELAZA COMO NUTRIENTE PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA LEVADURA PARA CONTROL BIOLÓGICO
UTILIZATION OF MOLASSES AS SUBSTRATE FOR YEAST BIOCONTROL AGENT PRODUCTION

Autor (es): Aguirre, L; Ragazzo, J.A.*; Calderón, M.

Instituto Tecnológico de Tepic, Laboratorio Integral de Investigación de Alimentos. Av. Tecnológico #2595, Col. Lagos del Country. Tepic, Nayarit, México. C.P. 63175. Tel: +52 (311) 211 94 00 Ext. 230
* arturoragazzo@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue optimizar un medio de cultivo utilizando la metodología de superficie de respuesta para la producción del agente de control biológico *Candida famata*. El medio de cultivo a base de melaza de caña de azúcar y harina de soya presentó un mejor crecimiento celular, con concentraciones óptimas de 40 y 5 g L^{-1} respectivamente. Para la producción en fermentador de 5 L, la agitación, aireación y concentración del inóculo tienen efecto en el crecimiento celular, encontrándose que las condiciones óptimas para *Candida famata* son: agitación de 452-488 rpm, aireación de 97-100 L h^{-1}, y un inóculo inicial de $1x10^6$ UFC ml^{-1}, con crecimiento máximo celular entre las 22 y 24 h. La producción de *Candida famata* en este medio de cultivo resulta viable, ya que la levadura conserva su capacidad antagónica a *Colletotrichum gloeosporioides* en las pruebas *"in vitro";* además es un proceso fácilmente escalable y los nutrientes son económicos.
PALABRAS CLAVE: producción, melaza, levadura, control biológico

ABSTRACT

The aim of this study was to optimize a culture medium using the response surface methodology for biological control agent *Candida famata* production. The culture medium based on cane molasses and soybean meal presented better cell growth, with the optimal concentrations of 40 and 5 g L^{-1}, respectively. For fermenter 5 L scale, the agitation, aeration and inoculum size have an effect on cell growth, and the optimal conditions for *Candida famata* are: 452-488 rpm of stirring speed, aeration of 97-100 L h-1, and an inoculum size of $1x10^6$ CFU mL^{-1}; the maximum cell production were obtained after 22-24 h of growth. The production of *Candida famata* in this culture medium is viable because the yeast preserve the biocontrol activity against *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* tests, the production process is easily scalable and the nutrients are inexpensive.
KEY WORDS: production, molasses, yeast, biological control

INTRODUCCIÓN

Los agentes de control biológico como alternativa al uso de productos químicos, han sido objeto de considerables investigaciones. Este esfuerzo se ha centrado en la necesidad de reducir el uso de fungicidas para el control de patógenos poscosecha en frutas (Droby et al., 2016). Antes de que un agente de control biológico sea introducido con éxito en el mercado es indispensable llevar a cabo una serie de evaluaciones y paralelamente, debe desarrollarse un sistema de producción y formulación del agente de control biológico (Serrano, 2007). Por lo que el objetivo de este estudio fue la optimización de la composición del medio de cultivo, así como algunos parámetros de fermentación para la producción del agente de biocontrol *Candida famata* a escala laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la selección de las fuentes de carbono y nitrógeno se evaluaron 3 fuentes de carbono (glucosa, melaza y jarabe de maíz) y 3 fuentes de nitrógeno (nejayote, puré de tomate y harina de soya). Las fermentaciones se realizaron en matraces erlenmeyer de 250 ml con un volumen de trabajo 50 ml. Los medios de cultivo se esterilizaron a 121 ºC por 15 min; se incubaron en agitador orbital con control de temperatura. Se tomaron muestras cada 4 h por 48 h, determinándose crecimiento celular por conteo en placa, pH y carbohidratos totales. Se utilizó un diseño bifactorial 3x3 con 2 réplicas. Los resultados se analizaron mediante el paquete estadístico SAS System 9.0, realizando un análisis de varianza y aplicando una prueba de LSD.

Para la optimización del medio de cultivo a nivel matraz se evaluó el efecto de: a) concentración de la fuente de carbono (30, 40 y 50 g L^{-1}) y la fuente de nitrógeno (0, 0.26, 5 g L^{-1}), b) temperatura de incubación (25 y 28 °C) y c) pH inicial del medio de cultivo (5, 5.5 y 6). La optimización de los parámetros de fermentación (agitación, aireación y concentración de inóculo) fue realizada con un diseño Box-Behnken con 3 factores y 3 niveles (Tabla I). Se utilizaron dos fermentadores de 5 L (Biostat-A, Braun Biotech).

Para las pruebas de antagonismo, se prepararon suspensiones de *C. gloeosporioides* ($1X10^5$ esporas ml^{-1}) y de levadura ($1X10^7$ y $1X10^8$ cel ml^{-1}); se colocó en cajas de petri estériles 1 ml de la suspensión de la levadura + 8 ml de NYDA a 45 °C; el medio se homogenizó y se dejó solidificar. Posteriormente se inocularon 5 µl de una suspensión del hongo en cada uno de tres puntos equidistante de la placa. Las placas fueron incubadas a 26 ± 1°C y los diámetros de crecimiento del hongo se midieron a las 48, 72, 96, 120 y 144 h y se compararon con el tratamiento al cual no se le adicionó la levadura antagonista.

Tabla I. Diseño Box-Behnken para la optimización de parámetros de fermentación

EXP. No.	AIREACIÓN	AGITACIÓN	INÓCULO (UFC ml^{-1})
1	150	600	$5.05x10^5$
2	50	600	$5.05x10^5$
3	150	100	$5.05x10^5$
4	50	100	$5.05x10^5$
5	100	350	$5.05x10^5$
6	100	350	$5.05x10^5$
7	100	350	$5.05x10^5$
8	100	600	$1.0x10^6$
9	100	100	$1.0x10^4$
10	50	350	$1.0x10^4$
11	150	350	$1.0x10^4$
12	100	600	$1.0x10^4$
13	100	100	$1.0x10^6$
14	50	350	$1.0x10^6$
15	150	350	$1.0x10^6$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento celular de *C. famata* en cada uno de los medios de cultivo resultantes de la combinación de las fuentes de carbono con las fuentes de nitrógeno (9 medios de cultivo) e incubados a 28 ºC, con agitación de 130 rpm y con un tiempo de incubación de 48 h, se muestra en la Fig. 1. Todos los medios de cultivo presentaron crecimiento con tendencia similar, en algunos medios no se puede diferenciar claramente la fase de latencia (lag) del crecimiento microbiano, se considera que esta etapa dura aproximadamente 4 horas; este resultado concuerda con lo reportado por Abadias et al. (2003) que observaron que *Candida sake* tiene un tiempo de adaptación de 4 a 6 h. A partir de las 4 h se presenta un crecimiento acelerado de las células, comenzando así con la fase de crecimiento exponencial (log), entre las 16 y 28 h la mayoría de los medios presentaron una etapa de máximo de crecimiento para después permanecer constante y comenzar a descender e iniciar con la fase de muerte. De acuerdo al análisis estadístico, se obtuvo mayor rendimiento celular en el

medio de cultivo con composición de 40 g L^{-1} de melaza, 5 g L^{-1} de harina de soya, temperatura de incubación de 28 °C y pH inicial resultante del medio (5.4±0.1). A diferencia de las otras fuentes de carbono, la melaza de caña de azúcar es rica en azúcares como sacarosa, glucosa y fructosa; además, también contiene diversos minerales, entre los que destacan Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, así mismo contiene aminoácidos, rivoflavina y ácido pantoténico; por lo que la melaza proporciona diversidad de nutrientes para el crecimiento celular de la levadura, por su parte la harina de soya proporciona lisina, ácido linoleico y colina. Por otro lado, la melaza en combinación con la harina de soya son una opción viable debido al bajo costo en la formulación del medio de cultivo para la producción del agente de control, en comparación con medio sintéticos de laboratorio.

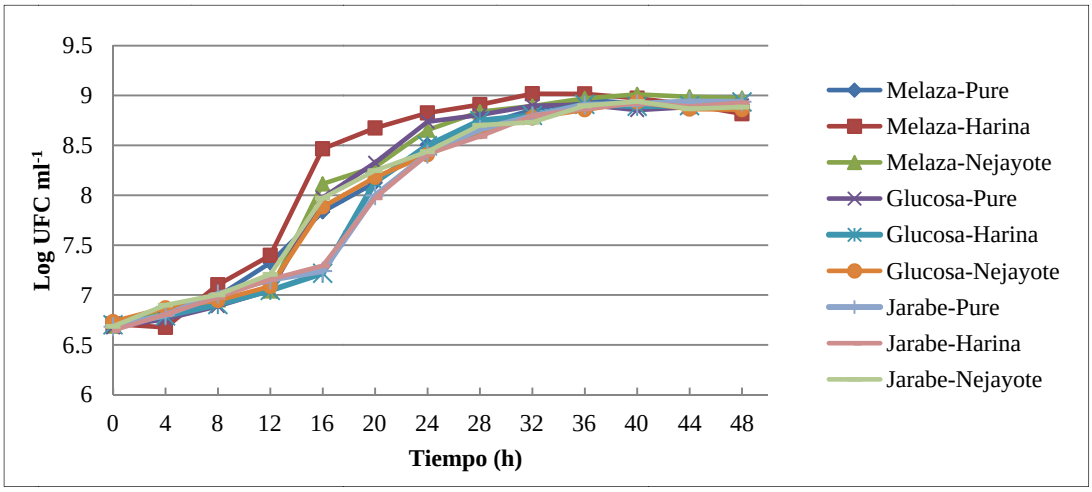


Fig. 1 Crecimiento celular para los diferentes medios de cultivo

Para la optimización a nivel fermentador de 5 L, se generó la superficie de respuesta para el crecimiento celular (Fig. 2), tanto la agitación, el inóculo y la interacción de la agitación-aireación son variables significativas que tienen efecto sobre el crecimiento celular ($p<0.05$). Mediante la Metodología de superficie de respuesta se obtuvieron como condiciones óptimas de fermentación: agitación de 487-488 rpm, aireación de 97-99 L h^{-1}, inóculo de $1x10^{6}$ UFC ml^{-1} y tiempo de incubación de 24 horas.

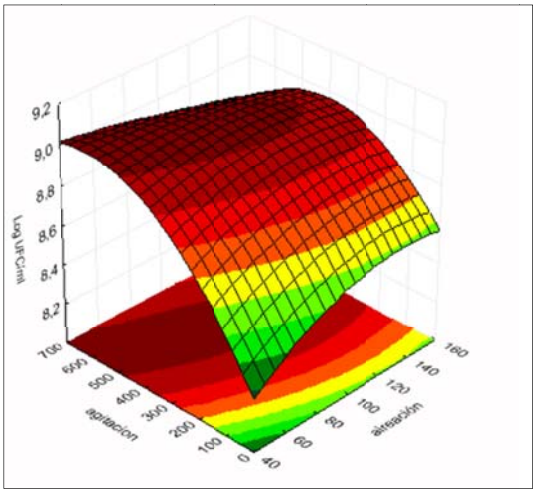


Fig. 2 Superficie de respuesta para el crecimiento a las 24 H de fermentación

Se verificó *in vitro* la acción antagónica a *C. gloeosporioides* de las levaduras producidas en el medio de cultivo a base de melaza y harina de soya y bajo las condiciones de fermentación óptimas mencionadas anteriormente. Aunque no se tiene reportes de que la producción de levaduras mediante fermentación afecte la capacidad antagónica, es importante corroborar que el agente de biocontrol sigue controlando el crecimiento del hongo *in vitro* después de ser producido por fermentación en un medio de cultivo diferente al medio de cultivo sintético que se utiliza en el laboratorio. Como se muestra en la Fig. 3, tanto el tratamiento 1 como el tratamiento 2 (suspensión de levaduras $1x10^7$ y $1x10^8$ UFC ml^{-1} respectivamente) inhibieron el crecimiento *in vitro* del hongo fitopatógeno al 100 % después de 144 h de incubación, como se puede observar, el tratamiento Control (sin adición de levaduras antagonistas) se desarrolló normalmente en la caja petri.

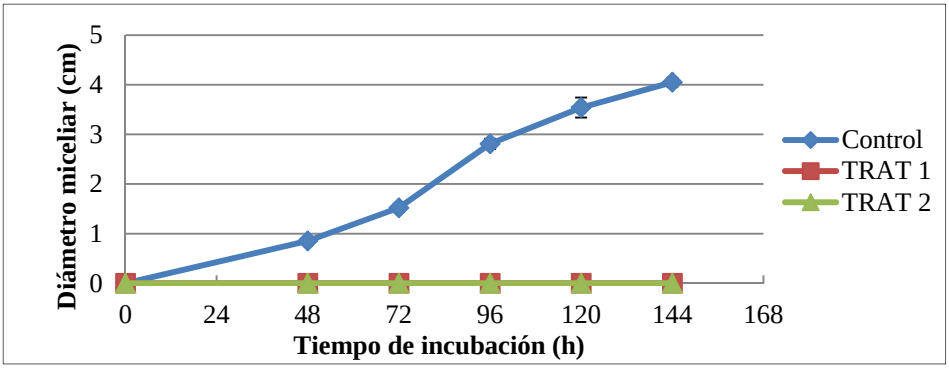


Fig. 3 Evaluación de antagonismo *in vitro* de levaduras producidas por fermentación

CONCLUSIONES

Este estudio brinda información sobre la op-1timización del medio de cultivo y el proceso de fermentación para un posterior escalamiento de la producción de *Candida famata* en un medio de cultivo económico; esto permitirá el desarrollo de un proceso de formulación de un producto de control biológico que contenga la levadura antagonista que sea estable durante el almacenamiento y conserve su capacidad antagónica.

REFERENCIAS

1. ABADIAS, Maribel., TEIXIDÓ, Neus., USALL, Joseph. y VIÑAS, Inmaculada., 2003. Optimization of growth conditions of the postharvest biocontrol agent Candida sake CPA-1 in a lab-scale fermenter. *Journal of Applied Microbiology*. 2003. Vol. 95, no. 2, p. 301–309. DOI 10.1046/j.1365-2672.2003.01976.x.
2. DROBY, Samir, WISNIEWSKI, Michael, TEIXIDÓ, Neus, SPADARO, Davide y JIJAKLI, M. Haissam, 2016. The science, development, and commercialization of postharvest biocontrol products. *Postharvest Biology and Technology* [online]. 2016. No. April, p. 4–11. DOI 10.1016/j.postharvbio.2016.04.006. Available from: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925521416300655.
3. SERRANO, Leobardo y Galindo Enrique, 2007. Control biológico de organismos fitopatógenos. . 2007. Vol. 1, p. 61–68.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

RECOMBINANT PRODUCTION OF ENZYMES USEFUL FOR THE SUGAR INDUSTRY

PRODUCCION RECOMBINANTE DE ENZIMAS DE UTILIDAD EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Hernández L[1*], Menéndez C[1], Martínez D[2], Chacon O[1], Quintero Y[1], Martínez AG[1], Pérez ER[2], Pimentel E[1]
[1]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), La Habana, Cuba.
[2]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), Sancti Spíritus, Cuba.
* lazaro.hernandez@cigb.edu.cu

ABSTRACT

We will present our group results in the recombinant production of two enzymes (fructosyltransferase and invertase) that convert sucrose into value-added products and one enzyme (dextranase) used as aid to sugar production and refining. Independent constructs carrying several in-tandem copies of the transgene fused to a secretory signal peptide and under the transcriptional control of the constitutive glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (*GAP*) promoter were integrated in the *Pichia pastoris* genome. After fed-batch fermentations, each recombinant enzyme was recovered with purity above 85% from culture supernatants and characterized in terms of yield, posttranslational modifications, biochemical properties and catalytic performance. Fructosyltransferase converted sucrose to short-chain fructooligosaccharides (scFOS), particularly the most relevant prebiotic 1-kestose. Invertase completely hydrolyzed sucrose at elevated temperatures (60-70°C). The endo-type dextranase degraded microbial dextran and did not react on sucrose. The recombinant *P. pastoris* strains developed in this study are potential cost-effective sources for the scaled production of three enzymes useful for the sugar industry.
Key words: *Pichia pastoris*, fructosyltransferase, invertase, dextranase, fructooligosaccharide, invert syrup.

RESUMEN

En el presente trabajo se mostraran los resultados de nuestro grupo en la producción recombinante de dos enzimas (fructosiltransferasa e invertasa) que convierten la sacarosa en productos de valor agregado y una enzima (dextranasa) que aumenta la eficiencia de los procesos de producción y refinado de la azúcar de caña. La levadura *Pichia pastoris* fue el hospedero empleado para la expresión constitutiva y la secreción al medio de cultivo de las tres enzimas recombinantes. Crudos enzimáticos con pureza proteica superior al 85% se obtuvieron a partir del sobrenadante de cultivos crecidos en fermentadores y se caracterizaron en términos de rendimiento, glicosilación, propiedades bioquímicas y comportamiento catalítico. La fructosiltransferasa convirtió la sacarosa en fructooligosacáridos (FOS) de cadenas cortas, particularmente el trisacárido 1-kestosa de alto interés comercial. La invertasa catalizó la inversión total de la sacarosa a altas concentraciones del sustrato (60-70%, p/v) y temperatura de 60-70°C. La dextranasa, con modo de acción endo, degradó dextrana microbiana y no reaccionó con sacarosa. Las cepas recombinantes de *P. pastoris* constituyen nuevas fuentes de tres enzimas de utilidad potencial en la industria azucarera cubana.
Palabras claves: *Pichia pastoris*, fructosiltransferasa, invertasa, dextranasa, fructooligosacárido, sirope invertido.

INTRODUCTION

Yeasts are widely used host systems for heterologous protein production. They combine the ease of genetic manipulation and fermentation (rapid growth and high-density cultures in simplified medium) of a microorganism with the capability to secrete and modify (processing of signal sequences, disulfide bridge formation, and both O- and N-linked glycosylation) foreign proteins according to a general eukaryotic scheme. Among yeast hosts, *Pichia (Komagataella) pastoris* has special attributes for the large-scale

industrial production and secretion of foreign proteins which include: –the availability of strong native promoters suited for the constitutive or controlled expression of foreign genes; –the correct processing of well-studied heterologous signal peptides that efficiently target the recombinant protein into the secretory pathway; –a low level of endogenously secreted proteins that allows for the production of relatively pure recombinant secretory proteins; –the strong preference for respiratory growth, a key physiological trait that greatly facilitates its culturing at high-cell densities relative to fermentative yeasts. Due to its GRAS (Generally Regarded As Safe) status, *Pichia pastoris* has been recommended for expression of recombinant enzymes for usage in food and feed industry [1].

The lack of contaminating endogenous sucrolytic activity is an additional advantage for recombinant production of food-grade enzymes useful for sucrose conversion into value-added products, as for instance invert syrup and fructooligosacarides or enzymes like dextranase and α-amylase with direct use in sugar processing. The most commonly used methanol-inducible expression system requires the addition of a toxic inducer to the fermentation culture, being thus inappropriate for the production of enzymes with intended usage in food technology or industrial enzymes demanded in elevated quantities.

In this study, *Pichia pastoris* was engineered to expressed constitutively three enzymes of different origins that find applications in the sugar industry. A plant fructosyltransferase, a bacterial invertase and a fungal dextranase were secreted as active glycoproteins by the recombinant yeast and characterized in terms of optimal activity, thermal stability, and substrate/product specificity. The potentiality for increased protein yields was explored by integrating multiple copies of each expression cassette in the yeast genome.

MATERIALS AND METHODS

Pichia pastoris strains X-33 (wild-type) and GS115 (*his4*-deficient) from Invitrogen were used as the expression hosts. The strong constitutive *GAP* promoter was used for the transcriptional control of chimeric gene constructs encoding 1) the mature part of sucrose:sucrose 1-fructosyltransferase (1-SST) from the plant *Schedonorus arundinaceus* fused to the *S. cerevisiae* α-factor signal peptide, 2) β-fructosidase (invertase) from the thermophilic bacterium *Thermotoga maritima* fused to the *S. cerevisiae* α-factor signal peptide, and 3) the mature part of endodextranase from the fungus *Talaromyces minioluteus* fused to the *S. cerevisiae* Suc2 signal peptide.

Fed-batch fermentation of each recombinant *Pichia pastoris* clone was performed a 7.5-l fermenter (5 l working volume) INFORS HT containing 3.5 l of fermentation medium (5% glycerol or cane sugar, 0.5% yeast extract, 2.2 % $(NH_4)_2SO_4$, 1.82 % K_2HPO_4, 0.75 % $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, and 0.05% $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ with vitamins and traces) was inoculated with 200 ml of shaking-batch cultures at logarithmic phase. The fermenter was operated at temperature of 28ºC and pH 5.5. The pH value was adjusted by the addition of ammonia or phosphoric acid, as appropriate. The dissolved oxygen was maintained about 20% during the whole culture by automatic variation of the stirring speed (500–900 rpm) and air flow (1–2 vvm). The end of the batch phase upon depletion of the carbon source occurred at the approximate time of 20 h as judged by a sharp increase of pH and pO_2. The feeding medium (1.5 l) consisting of 50% glycerol or cane sugar was added at an increasing flow of 5.4 to 8.2 ml/h/l of initial volume. The total fermentation time was 3 days.

For crude enzyme preparations, the yeast cells remaining in the culture supernatant after centrifugation were removed in two consecutive microfiltration steps using filters with pore size of 0.45 and 0.2 μm, respectively. The cell-free filtrate was concentrated with continuous dialysis against 50 mM sodium acetate buffer (pH 5.5) by ultrafiltration using a 30 kDa cut-off membrane and submitted to a drying rotoevaporation process at 40ºC.

RESULTS AND DISCUSSION

Short-chain FructoOligoSaccharides (scFOS) production by *Schedonorus arundinaceus* sucrose:sucrose 1-fructosyltransferase (Sa1-SST) constitutively expressed in *Pichia pastoris*

The yeast *Pichia pastoris* was engineered to express constitutively the sucrose:sucrose 1-fructosyltransferase (1-SST, EC 2.4.1.99) cDNA from the monocot plant *Schedonorus arundinaceus*. The increase of the gene dosage from one to nine copies enhanced 7.9-fold the recombinant enzyme (Sa1-SSTrec) yield without causing cell toxicity. Secretion driven by the *Saccharomyces cerevisiae* α-factor signal peptide resulted in periplasmic retention (38%) and extracellular release (62%) of Sa1-SSTrec to an overall activity of 102.1 U/ml when biomass reached (106 g/l, dry weight) in fed-batch fermentation using cane sugar for cell growth. The volumetric productivity of the nine-copy clone PGFT6x-308 at the end of fermentation (72 h) was 1422.2 U/l/h. Sa1-SSTrec purified from the culture supernatant was a monomeric glycoprotein optimally active at pH 5.0–6.0 and 45–50ºC. The removal of N-linked oligosaccharides by Endo Hf digestion decreased the enzyme thermostability but had no effect on the substrate and product specificities. Sa1-SSTrec converted sucrose (600 g/l) into 1-kestose (GF_2) and nystose (GF_3) in a ratio 9:1 with their sum representing 55–60% (w/w) of the total carbohydrates in the reaction mixture (Figure 1). Variations in the sucrose concentration (100–800 g/l) or enzyme dosage (1.5–15 units per gram of substrate) kept unaltered the product profile. The lack of intrinsic sucrose hydrolysis and the high GF_2 yield makes Sa1-SSTrec attractive for the production of scFOS, particularly the commercially most attractive 1-kestose [2].

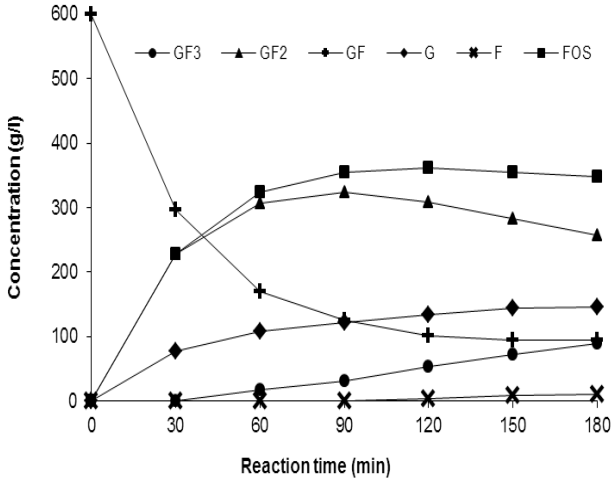


Figure 1. Time-course curves of FOS production by Sa1-SSTrec in a stirred tank reactor.

The enzyme (9000 U/l) was reacted with crystalline cane sugar (600 g/l) in 100 mM sodium acetate buffer (pH 5.5) using a 7.5-l reactor with constant stirring at 250 rpm and 40ºC. The working volume was 5 l. The reaction was monitored for 180 min. Samples (0.5 ml) were retrieved at 30-min intervals and incubated in boiling water for 5 min to stop the reaction. The carbohydrate composition of the product mixtures was determined by HPLC. The experiment was replicated three times. Standard deviation of the means was below 10 %. Legend: glucose (G); fructose (F); sucrose (GF); 1-kestose (GF_2); nystose (GF_3).

Complete sucrose hydrolysis by thermostable *Thermotoga maritima* β-fructosidase (BfrA) constitutively expressed in *Pichia pastoris*

Enzymes for use in the sugar industry are preferred to be thermotolerant. In this study, a synthetic codon-optimized gene encoding a highly thermostable β-fructosidase (BfrA, EC 3.2.1.26) from the bacterium *Thermotoga maritima* was expressed in the yeast *Pichia pastoris*. The gradual increase of the transgene dosage from one to four copies under the control of the constitutive glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase promoter had an additive effect on BfrA yield without causing cell toxicity. Maximal values of cell biomass (115 g/l, dry weight) and overall invertase activity (241 U/ml) were reached at 72 h in fed-batch fermentations using cane sugar as the main carbon source for growth. Secretion driven by the *Saccharomyces cerevisiae* α-factor signal peptide resulted in periplasmic retention (44%) and extracellular release (56%) of BfrA. The presence of N-linked oligosaccharides did not influence the optimal activity, thermal stability, kinetic properties, substrate specificity, and exotype action mode of the yeast-secreted BfrA in comparison to the native unglycosylated enzyme. Complete inversion of cane sugar at initial concentration of 60% (w/v) was achieved by periplasmic BfrA in undisrupted cells reacting at pH 5.5 and 70°C, with average productivity of 4.4 g of substrate hydrolyzed per grams of biomass (wet weight) per hour. The high

yield of fully active glycosylated BfrA here attained by recombinant *P. pastoris* in a low-cost fermentation process appears to be attractive for the large-scale production of this thermostable enzyme useful for the manufacture of inverted sugar syrup [3].
The thermostable recombinant BfrA was suitable for prolonged reuse when immobilized to an inert support [4] or when retained in intact *P. pastoris* cells entrapped in calcium-alginate beads [5, 6].

Dextran degradation by *Talaromyces minioluteus* endodextranase (TmDex1) constitutively expressed in *Pichia pastoris*

Dextranase is currently imported at high prices by AZCUBA as a contingent requirement to ensure an efficient sugar production and refining. *Pichia pastoris* was engineered to express constitutively the endodextranase 1 (Dex1, EC 3.2.1.11) cDNA from the fungus *Talaromyces minioluteus.* Secretion driven by the *Saccharomyces cerevisiae* Suc2 signal peptide resulted in periplasmic retention and extracellular release of an N-glycosylated enzyme. The constitutive transgene expression caused no cell toxicity in fed-batch fermentation using glycerol for the yeast growth. SDS-PAGE analysis of culture supernatant of one-copy clones showed the recombinant dextranase with the expected size of around 65 kDa representing above 90% of total secreted proteins. A plate assay based on dextran blue hydrolysis was established for the phenotypic screening of *P. pastoris* clones secreting dextranase at different levels. The recombinant enzyme was shown to hydrolyze microbial dextran but not sucrose, being thus suitable for industrial use.

CONCLUSSIONS

The yeast *Pichia pastoris* with the GRAS (Generally Regarded as Safe) status and lacking endogenous sucrolytic activity was effectively engineered for high constitutive expression and secretion of two heterologous sucrose-transforming enzymes (a plant fructosyltransferase and a bacterial invertase) with applications in the food industry and one industrial enzyme (a fungal dextranase) useful as aid to sugar production and refining. Increasing the transgene dosage greatly enhanced enzyme production without causing cell toxicity. The constitutive *P. pastoris* clones developed in this study are cost-effective sources of three recombinant enzymes useful for the sugar industry.

REFERENCES

1) Spohner SC, H Müller H, Quitmann H, Czermaka P (2015) Expression of enzymes for the usage in food and feed industry with Pichia pastoris. J Biotechnol 202:118–134.
2) Pimentel E, Menéndez C, Pérez ER, Martínez D, Alfonso D, Trujillo LE, Ramírez R, Sobrino A, Mazola Y, Musacchio A, Hernández L (2017) Constitutive high-level expression of *Schedonorus arundinaceus* sucrose:sucrose 1-fructosyltransferase in *Pichia pastoris.* Appl Microbiol Biotechnol (accepted)
3) Menéndez C, Martínez D, Trujillo LE, Mazola Y, González E, Pérez ER, Hernández L (2013) Constitutive high-level expression of a codon-optimized β-fructosidase gene from the hyperthermophile Thermotoga maritima in *Pichia pastoris*. Appl Microbiol Biotechnol 97:1201–1212.
4) Martínez D, Cutiño-Avila B, Pérez ER, Menéndez C, Hernández L, del Monte-Martínez A (2014) A thermostable exo-β-fructosidase immobilized through rational design. Food Chemistry 145:826–831.
5) Martínez D, Menéndez C, Echemendia FM, Pérez ER, Trujillo LE, Sobrino A, Ramírez R, Quintero Y, Hernández L (2014) Complete sucrose hydrolysis by heat-killed recombinant Pichia pastoris cells entrapped in calcium alginate. Microbial Cell Factories 13:87 doi: 10.1186/1475-2859-13-87.
6) Martínez D, Menéndez C, Echemendia FM, Hernández L, Sobrino A, Trujillo LE, Rodríguez I, Pérez ER (2015) Kinetics of sucrose hydrolysis by immobilized recombinant *Pichia pastoris* cells in a batch reactor. J Microbial Biochem Technol 7:294–298.

AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN CODIFICADORA DE UNA NOVEDOSA DEXTRANASACARASA DE *LEUCONOSTOC CITREUM* M-3

CLONING AND CHARACTERIZATION OF A NOVEL DEXTRANSUCRASE CODING REGION FROM *LEUCONOSTOC CITREUM* M-3

Autor (es): Fraga, R.[1]*, Pacios, S [2]., Arísticas, R.C. [1], Martínez, L. [1], Montes, A. [1], García, R. [1], Martínez, A. [1], Remaud-Simeon, M. [3], Monsan, P. [3]

[1] Dept. of Microbiology and Genetics, Cuban Research Institute on Sugarcane By-Products (ICIDCA), P.O. Box 4026, CP: 11 000, Havana, Cuba. Tel. 0053-7-696-7015; Fax: 0053-7-988243; Email: reynaldo.fraga@icidca.azcuba.cu
[2] Faculty of Biology, University of Havana, Calle 25 No. 455, Vedado, Havana, Cuba. Tel. 0053-7-832-1321; Fax: 0053-7-832-1321; Email: spacios@fbio.uh.cu
[3] Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés. Département de Génie Biochimique et Alimentaire INSA 135, ave. de Rangueil 31077 Toulouse Cedex 4, France.

RESUMEN

Las enzimas dextranasacarasas son producidas por bacterias ácido-lácticas y son responsables de la síntesis del polímero dextrano, de amplia aplicación industrial, por lo que la búsqueda de nuevas dextranasacarasas es de gran interés. En este trabajo se caracterizó la región codificadora (4,6 kb) de una dextranasacarasa de *Leuconostoc citreum* M-3, denominada *dsrV*. Su secuencia nucleotídica fue depositada en la base de datos de secuencias GenBank™ (No. de acceso: KF724950). La secuencia aminoacídica de Dsr-V comparte un 94 % de identidad con la dextranasacarasa Dsr-D de *L. mesenteroides* Lcc4 y la Dsr-S de *L. mesenteroides* NRRL B-512F. Mediante el alineamiento de la secuencia aminoacídica de Dsr-V con otras secuencias de dextranasacarasas se identificaron los rasgos característicos de las glucosil-hidrolasas de la familia GH70 en Dsr-V. El amplicón *dsrV* fue clonado y expresado en *Escherichia coli* JM109, corroborándose que codifica para una nueva dextranasacarasa que sintetiza dextranos lineales con enlaces α(1-6) únicamente.
PALABRAS CLAVE: *Leuconostoc*, Dextranasacarasa, Dextrano, Glycosido-hidrolasas

ABSTRACT

The dextransucrase enzymes are produced by lactic-acid bacteria and are responsibles for the synthesis of the dextran polymer, of wide industrial application, reason why the search of new dextranasacarasas is of great interest. In this work the coding region (4.6 kb) of a dextransucrase of *Leuconostoc citreum* M-3, denominated *dsrV*, was characterized. Its nucleotide sequence was deposited in the GenBank ™ sequence database (Accession No. KF724950). The amino acid sequence of Dsr-V shares a 94% identity with the dextransucrase Dsr-D of *L. mesenteroides* Lcc4 and the Dsr-S of *L. mesenteroides* NRRL B-512F. By aligning the amino acid sequence of Dsr-V with other dextransucrase sequences the characteristic traits of glycosyl hydrolases of the GH70 family were identified in Dsr-V. The *dsrV* amplicon was cloned and expressed in *Escherichia coli* JM109, corroborating that it encodes for a new dextranasacarase that synthesizes linear dextrans with α (1-6) linkages only.
KEY WORDS: *Leuconostoc*, Dextransucrase, Dextran, Glycoside-hydrolases

INTRODUCCIÓN

Las bacterias lácticas (BAL) poseen un potencial metabólico diverso, específico para cada especie, que varía desde la formación de compuestos precursores del sabor, hasta la excreción de compuestos antimicrobianos [1]. Las BAL presentan gran potencial para producir exopolisacáridos (EPS) y oligosacáridos los cuales han sido sujetos de extensos esfuerzos de investigación, dadas sus propiedades fisicoquímicas y potencial promotor de salud [1]. Los EPS son un grupo de polímeros altamente diverso, cuyas características funcionales individuales son determinadas por características estructurales de muy variadas masas moleculares, tipos de enlaces glicosídicos, grados de ramificación y composición química [2]. Al mismo

tiempo, esta diversidad ofrece una extensa aplicación de estos polímeros como promotores de salud y como compuestos farmacéuticos [1]. Dentro de los primeros biopolímeros producidos a escala industrial, se encuentran los dextranos, de gran aplicación en la medicina y biotecnología, encontrando un mayor interés en la producción de derivados clínicos [3]. Estos son producidos por microorganismos de los géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Weissella*, *Pediococcus*, *Oenococcus* y principalmente *Leuconostoc* [4, 5]. El más común es el sintetizado por la cepa *L. mesenteroides* NRRL B-512F el cual contiene un 95 % de enlaces α(1-6) en su cadena principal y solo un 5 % de ramificaciones α(1-3) [3]. La producción del dextrano se debe a la enzima extracelular dextranasacarasa (DSasa): 6-α-D-glucosiltransferasa E.C.2.4.1.5, que pertenece a la familia 70 de las glucosil-hidrolasas (GH70) de acuerdo con la clasificación CAZy (http://www.cazy.org/) [6]. La familia GH70 constituye un grupo amplio y diverso de polimerasas y enzimas ramificadoras, algunas de las cuales son activas principalmente sobre sustratos como la sacarosa y otras sobre almidón [7, 8, 9]. En Cuba, el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) cuenta con una colección de cepas aisladas a partir la caña de azúcar y sus derivados en la cual se incluye la cepa de *Leuconostoc citreum* M-3. En el presente estudio se describe el clonaje, expresión y caracterización de una región codificadora de una dextranasacarasa de *L. citreum* M-3.

MATERIALES Y MÉTODOS

Técnicas generales de Biología Molecular y manipulación de ADN

La manipulación del ADN se realizó básicamente según los métodos descritos por [10].

Medio de cultivo para la determinación cualitativa de la actividad dextranasacarasa

Para la selección visual de los transformantes de *E. coli* JM109 portadores del amplicón insertado en el plásmido pGEM-3Zf(+) fue empleado el medio sólido LBT [11]. Este sistema de detección histoquímico es una modificación introducida por [12] a los sistemas descritos por [13 y 14].

Electroforesis en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE). Zimogramas de dextranasacarasas

Se realizó una SDS-PAGE según el método de [15]. La detección de las proteínas con actividad DSasa se realizó según la técnica descrita por [16].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró amplificar (Figura 1A) y clonar en el vector pGEM-3Zf(+) un amplicón de 4,602 kb donde se identificó un marco de lectura abierto de 4,587 kb correspondiente a una región codificadora de una nueva dextranasacarasa. Con el plásmido resultante se transformó *E. coli* JM109. Los clones positivos con actividad DSasa fueron seleccionados fenotípicamente debido al cambio de color del medio de cultivo de verde (pH 6.4) a anaranjado (pH<6.0) (Figura 1B).

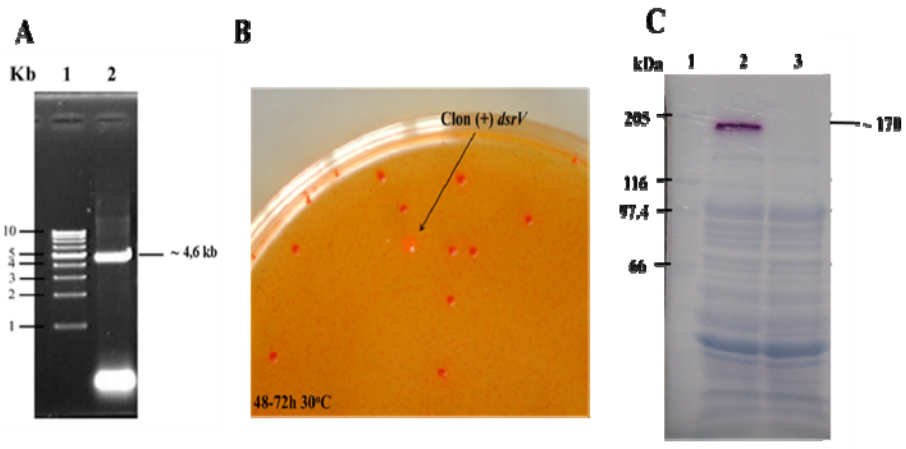


Figura 1. Clonaje y detección de DSasas en *E. coli* JM109. (A): Carril 1: Patrón de peso molecular de ADN, 1 Kb DNA Step Ladder (Promega). Carril 2: Amplicón de 4.6 kb codificante de la DSasa Dsr-V. **(B)** Detección histoquímica de la actividad DSasa de Dsr-V en *E. coli*. **(C)** Zimograma para la detección de la actividad DSasa en SDS-PAGE. Carril 1: Patrón de proteínas de alto peso molecular. Carril 2: *E. coli* JM109 pGEM-3Zf(+) *dsr-V*. Carril 3: *E. coli* JM109 pGEM-3Zf(+).

También cambia la coloración de la colonia, revelando la ocurrencia de una acidificación por el consumo vía glicólisis de la fructosa liberada a partir de la sacarosa. Los clones positivos forman una colonia gomosa debido a la síntesis de dextrano. Los negativos permanecen planos como se puede apreciar en la Figura 1B. Este método fue previamente empleado con éxito en el aislamiento y clonaje del gen *dsrF* de *L. cireum* B/110-1-2 [17]. En la figura 1C se muestra la funcionalidad del amplicón clonado detectándose la expresión (banda de color rojizo-violeta) de la proteína Dsr-V.

Análisis de la secuencia aminoacídica de Dsr-V de la cepa salvaje *Leuconostoc citreum* M-3

El análisis de la estructura primaria revela que la Dsr-V posee la misma organización que otras dextranasacarasas como la Dsr-S [18], caracterizada en la presencia de cuatro regiones: el péptido señal, una región variable, el dominio catalítico y el dominio C-terminal (Figura 2A).

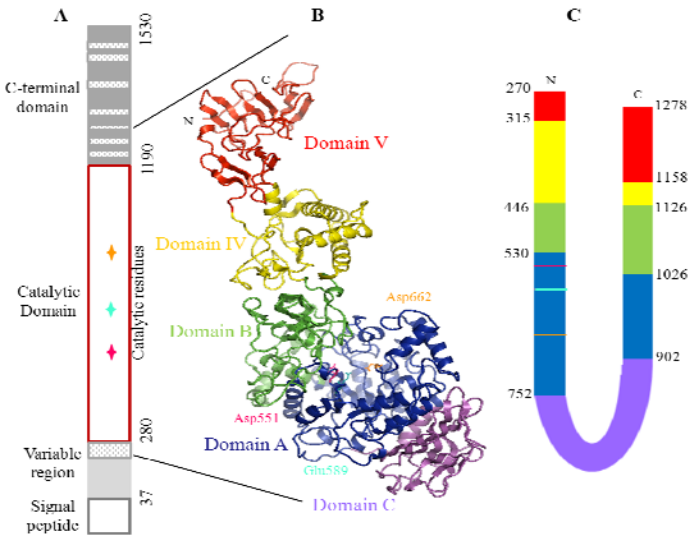


Figura 2: Representación de Dsr-V de *Leuconostoc citreum* M-3. **(A)**: Representación de la organización de la estructura primaria de Dsr-V. **(B)**: Modelo de la estructura 3D de la enzima Dsr-V de *Leuconostoc citreum* M-3 a partir de la estructura molde de la GTF-180 de *Lactobacillus reuteri* 180 (GTF-180, 3HZ3_A) calculado a partir del alineamiento múltiple de secuencias. **(C)**: La confornación en "forma de U" después de disponer de información de la estructura 3D.

El gen *dsr-V*, cuya secuencia fue depositada en la base de datos GenBank (KF724950), codifica para la proteína Dsr-V, (GenBank: AHC31982) de 1530 aminoácidos, con peso molecular teórico de 170 466,27 Da (~170kDa) y un punto isoeléctrico de 4.25 según la información brindada por el programa Vector NTI 8.0.
La secuencia aminoacídica deducida mostró los mayores niveles de identidad de un 94 % con la Dsr-D, una dextranasacarasa de 1527 aa de *L. mesenteroides* Lcc4 (GenBank: AAG61158), con la Dsr-S de *L. mesenteroides* NRRL B-512F [19], con DexYG, otra dextranasacarasa de 1527 aa de *L. mesenteroides* 0323 (GenBank: ABC75033), y con una dextranasacarasa de 1487 aa de *L. mesenteroides* depositada en el GenBank (AEE61376). También mostró niveles de identidad de un 93 % con una dextranasacarasa de 1522 aa de *L. mesenteroides* L0309 (GenBank: AAQ98615). Respecto a las dextranasacarasas del género *L. citreum*, el mayor nivel de identidad fue de un 70 % con una de 1381 aa (GenBank: CDX65712).

Resonancia Magnética Nuclear (RMN-^{13}C) del dextrano sintetizado por Dsr-V recombinante

El espectro de RMN-^{13}C, del dextrano producido por la dextranasacarasa Dsr-V recombinante en presencia de sacarosa, posee 6 resonancias prominentes, características de los dextranos lineales [20], mostrando máximos muy similares al espectro del dextrano T-70. Además de estos 6 máximos, el espectro no contiene máximos menores indicativos de ramificaciones. El máximo de resonancia de 98,4 ppm indica la presencia de enlaces α(1-6). Esto ha sido descrito también para la dextranasacarasa Dsr-B [21] y la dextranasacarasa Dsr-M [7], ambas de la cepa *L. citreum* NRRL B-1299.

CONCLUSIONES

El gen *dsr-V* de *L. citreum* M-3 codifica para una nueva dextranasacarasa cuya secuencia deducida de aminoácidos presenta un 94 % de identidad con las dextranasacarasas Dsr-D de *L. mesenteroides* Lcc4, Dsr-S de *L. mesenteroides* NRRL B-512F y DexYG de *L. mesenteroides* 0323.

La dextranasacarasa Dsr-V sintetiza un dextrano lineal compuesto solamente de enlaces α(1-6).

REFERENCIAS

1) Korakli M, Vogel R F (2006). Appl Microbiol Biotechnol 71:790-803.
2) Freitas, F., V.D. Alves y M.A.M. Reis (2011). Trends in Biotechnology, http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2011.03.008.
3) Naessens M., A. Cerdobbel, W. Soetaert y E.J. Vandamme (2005). J Chem Technol Biotechnol.80:845–860.
4) Daudé, D., I. André, P. Monsan, y M. Remaud-Siméon (2014). Carbohydr. Chem. 40: 624-645.
5) Dimopoulou M., Vuillemin, M., Campbell-Sills, H., Lucas, P.M., Ballestra, P., Miot-Sertier, C., Fabier, M., Coulon, J., Moine, V., Doco, T., Roques, M., Williams, P., Petrel, M., Gontier, E., Moulis, C., Remaud-Simeon, M., Dols-Lafargue, M. (2014) PLoS ONE 9(6): e98898. doi:10.1371/journal.pone.0098898.
6) Lombard, V., Ramulu, H. G., Drula, E., Coutinho, P. M., Henrissat, B. (2014). Nucleic Acids Research 42: D490-D495.
7) Passerini D., M. Vuillemin, L. Ufarté, S.Morel, V. Loux, C. Fontagné-Faucher, P. Monsan, M.Remaud-Siméon y C. Moulis (2015). FEBS Journal 282 (11): 2115-2130.
8) Leemhuis, H., T. Pijning, J. M. Dobruchowska, S. Van Leeuwen, B. W. Dijkstra y L. Dijkhuizen (2013). J. Biotechnol. 163: 250-272.
9) Gangoiti, J., van Leeuwen, S., Gerwig, G., Duboux, S., Vafiadi, C., Pijning, T., L. Dijkhuizen (2017). Sci. Rep. 7, 39761; doi:10.1038/srep39761 (2017).
10) Sambrook, J. y D. W. Russell (2001). Molecular cloning: a laboratory manual. (3rd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, N.Y.
11) Monchois, V., M. Remaud-Siméon, R. B. Russell, P. Monsan, y R. M. Willemot (1997). Appl. Microbiol. Biot. 48:465-472.
12) Fraga R, A. Martínez, C. Moulis, P. Escalier, S. Morel, M. Remaud -Siméon y P. Monsan (2011). J Ind Microbiol Biotechnol (38): 1499-1503.
13) Abo, H., Matsumura, T., Kodama, T., Ohta, H., Fuku, K., Kato, K. & Kagawa, H. (1991). J. Bacteriol. 173: 989-996.
14) Hernández L., C. Menéndez. , M. Soto, L.E. Trujillo y J. G. Arrieta (2002). Biotecnología Habana 2002. Agro-Biotech in the New Millennium. ISBN 959-235-021-3 Elfos Scientiae.
15) Laemmli, U. K (1970). Nature (London). (227): 680-685.
16) Miller, A. W. y J. F. Robyt (1986). Anal. Biochem, 156: 357-363.
17) Fraga R, Moulis C, Escalier P, Morel S, Remaud-Siméon M, Monsan P (2011). Current Microbiology 62(4): 1260-1266.
18) Fabre, E., Joucla, G., Moulis, C., Emond, S., Richard, G., Potocki-Veronese, G., Monsan, P., Remaud-Simeon, M (2006). Biocatal. Biotransfor. 24(1-2):137-145.
19) Moulis C., G. Joucla, D. Harrison, E. Fabre, G. Potocki-Veronese, P. Monsan y M. Remaud-Simeon (2006). J. Biol. Chem. 281: 31254-31267.
20) Seymour, F. R., Knapp, R. D., Bishop, S. H. (1979). Carbohydrate Research 74: 77-92.
21) Monchois, V., Remaud-Simeon, M., Monsan, P., Willemot, R. M. (1998). FEMS Microbiology Letters 159: 307-315.

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE LA SACAROSA: VALORACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR

ENZIMATIC HYDROLISIS OF SUCROSE: PRELYMINARI ECONOMIC VALUATION

Autor (es): Gómez, L.[1]*; Luis, J.[2]; Ramírez, H. L[1].; Yll, M. [2]; Díaz, S.[2]; Michelena G[3].; Dustet, J[4].

1- Centro de Estudios Biotecnológico. Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero Km 31/2, Matanzas, Cuba
2- Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero Km 31/2, Matanzas, Cuba.
3- Instituto Cubano de investigaciones de los derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.
4- Centro Universitario José Antonio Echevarría (CUJAE) Facultad de Ingeniería Química. Calle 114 # 11901 entre Ciclovía y Rotonda. Marianao, La Habana, Cuba.

* e-mail: gpescuela.mtz@infomed.sld.cu, leissy.gomez72@gmail.com

RESUMEN

El proceso de producción de glucosa y fructosa se basa en la inversión de la sacarosa. El presente trabajo propone la obtención de los mismos mediante hidrólisis enzimática empleando invertasa inmovilizada. El biocatalizador utilizado es invertasa-quitosana:quitina-carboximetilcelulosa, el cual retiene un 50% de la actividad al termino de 170 días de operación. Se evaluó la sustitución de la etapa de inversión ácida en el proceso tecnológico de obtención de glucosa y sirope de fructosa de la UEB Chiquitico Fabregat, Villa Clara, por una inversión enzimática en continuo. Se presentan los parámetros de diseño y condiciones de operación del reactor de lecho fijo propuesto. Se realizó una valoración económica preliminar de la factibilidad de la implementación industrial del proceso enzimático demostrando la superioridad técnica y económica del mismo.

PALABRAS CLAVE: Sacarosa, hidrólisis enzimática, invertasa inmovilizada, valoración económica

ABSTRACT

Glucose and fructose production is based in the inversion of sucrose. The aim of the present work was to obtain both compounds by enzymatic hydrolysis using immobilized invertase. The bio-catalyzer used was invertase-Chitosan:Chitin-carboxymethylcellulose which retained 50% of the activity after 170 days of operational activity. The substitution of the acid inversion in the technological process of glucose and syrup production by a continuously enzymatic inversion was evaluated in the factory “Chiquitico Fabregal”, Villa Clara. The parameters of design and the operational conditions of the bed reactor were given. The preliminary feasibility evaluation of the industrial enzymatic process showed a technical and economical superiority.

KEY WORDS: Sucrose, immobilized invertase, enzymatic hydrolysis, economic valuation

INTRODUCCIÓN

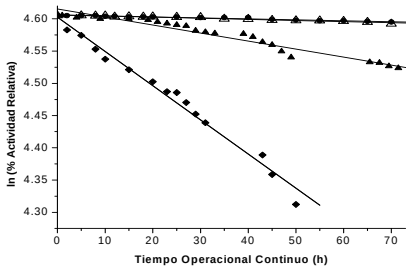
La producción de glucosa y sirope rico en fructosa en Cuba se desarrolla a partir del azúcar refino, mediante la inversión ácida de la sacarosa. Este método de hidrólisis tiene como inconveniente el empleo de ácido fosfórico a elevada temperatura, lo que puede originar productos coloreados con presencia de cenizas y subproductos no deseados. Los métodos enzimáticos aunque son más específicos, sin los problemas

señalados, su costo es elevado y generalmente no competitivo. Estas razones han propiciado la utilización de enzimas inmovilizadas en las tecnologías productivas. En este trabajo se propone realizar la valoración de la implementación de un sistema de inversión con enzima inmovilizada que permita trabajar de forma continua sin adicionar reactivos químicos, eliminando los efectos corrosivos provocados por la inversión ácida y produciendo siropes de mayor calidad, con un impacto favorable sobre el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Biocatalizador: invertasa-quitosana:quitina-carboximetilcelulosa (INV-QSA:Quit-CMC), Gómez *et al*, (2006). El proceso de referencia y sobre el cual se realiza la modificación de la operación es la hidrólisis ácida tradicional de la sacarosa para la obtención de glucosa (glucosa ácida).

Para la estimación del precio del biocatalizador INV-QSA:Quit-CMC se tomaron en cuenta los planteamientos de Fernández *et al.* (2002) considerando que el costo de materias primas constituye el 80% del costo del producto. Para la determinación del costo de adquisición de las materias primas se parte de los criterios de la Importadora del MES, (2014). El margen de ganancia establecido fue de un 10%.
El tiempo de vida medio del biocatalizador, así como los tiempos que corresponden a los intervalos de conversión fueron obtenidos a partir del procesamiento matemático de la ecuación que responde al modelo de cinética operacional de la invertasa inmovilizada en el soporte de quitina-carboximetilcelulosa (Figura 1).



$T_{1/2}$ = 170 días

Figura 1 Cinética operacional de la invertasa inmovilizada en el soporte quitina-carboximetilcelulosa en un reactor empacado a 30ºC en solución tampón de acetato de sodio 50 mmoL/L, pH 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la valoración económica preliminar de la aplicación del complejo INV-QSA:Quit-CMC en la hidrólisis enzimática de la sacarosa se toma como premisa considerar solo la etapa de inversión del proceso de producción de glucosa ácida. Se propone la sustitución de la operación de hidrólisis ácida por la de hidrólisis enzimática. El resto de las etapas del proceso se mantienen inalterables y por ello no se tiene en cuenta en la comparación. En la Tabla I se aprecia el listado de los equipos requeridos en los dos procesos.

Tabla I Listado de equipos requeridos en los procesos de hidrólisis ácida y enzimática.

Equipo	Hidrólisis enzimática	Hidrólisis ácida
Disolutor con agitación	2	1
Columna	1	-
Bomba	1	1

En la hidrólisis enzimática se sustituye el reactor discontinuo (hidrólisis ácida) por un reactor de lecho fijo empacado con el biocatalizador INV-QSA:Quit-CMC, que da la posibilidad de la operación continua. La proyección se realiza a partir del diseño del reactor de invertasa inmovilizada como lecho fijo propuesto por Martínez y col., (Martínez, 2014). La valoración económica se realiza en dos etapas, en la primera se valora la factibilidad del caso base y en la segunda cómo incide desde el punto de vista económico el tiempo de

reemplazo de la enzima. Se parte de un grupo de premisas: 1-se considera como año de trabajo 170 días, lo cual se corresponde con el tiempo de vida media del biocatalizador (glucosa enzimática). Durante los 170 días de operación del reactor enzimático en el método tradicional de hidrólisis ácida (glucosa ácida) se realizan 85 ciclos de producción trabajando la planta a máxima capacidad (15 ciclos por mes). 2- solo se toma en cuenta la etapa de hidrólisis de la sacarosa. El resto de las etapas se mantienen inalterables

Para la valoración de la factibilidad económica se toma en cuenta los indicadores recomendados por Peter y Timmerhaus (1991), que permiten efectuar una evaluación preliminar de los procesos analizados. Los mismos se muestran en la Tabla I. La estimación de los costos de amortización se realiza considerando lo recomendado por Turton y Bailie (2009), en el caso del reactor enzimático se utilizaron los datos aportados por el diseño del mismo.

Tabla II Comportamiento de los indicadores económicos: costo de producción (CP), volumen de producción (N), tiempo de operación (t_{OP}), valor de la producción (VP) y costo operacional/peso producido (cpp) para la obtención de la glucosa ácida y enzimática.

Indicador	Glucosa enzimática	Glucosa ácida
Costo de producción ($)	1 528 390,06	1 022 786,84
Volumen de producción (t/d)	24,5	20,0
Tiempo de operación(d)	170	170
Valor de la producción ($)	3 061 255,05	1 250 392,50
Costo operacional/peso	0,51	0,82

El volumen de producción y el valor de la producción en ambos procesos se determinan considerando la obtención de glucosa y de sirope de fructosa. Los precios de venta utilizados se corresponden con los establecidos en la planta de glucosa ácida. Como se puede apreciar en la Tabla II, el costo de producción de la glucosa enzimática es superior en aproximadamente un 33% al de la ácida. Esto se debe, fundamentalmente, a que el proceso opera en régimen continuo lo que requiere un mayor volumen de sacarosa para procesar, con un incremento en el costo de la materia prima, un mayor consumo de electricidad y un incremento en el costo por concepto de salario. No obstante el incremento del costo de producción de la glucosa enzimática, se puede apreciar que el valor de la producción de la misma supera en 2,4 veces al obtenido en el proceso de la glucosa ácida. En ambos procesos el costo operacional/peso, una particularidad del indicador costo/peso, muestra el costo de un peso producido es menor a la unidad. Sin embargo, este valor es inferior (0,51) en la operación de la hidrólisis enzimática con respecto a la ácida (0,82) debido al incremento del valor de la producción.

En una segunda etapa de la valoración se determina cómo influye en el indicador de costo operacional/peso dos factores: tiempo de cambio de la enzima e incremento en el costo del soporte. El análisis se lleva a cabo previendo errores a la hora de la estimación del costo del soporte.

La evaluación económica se realiza suponiendo incrementos de un 40 y un 100% del costo del soporte. Los valores determinados se muestran en la Tabla III. Como un ciclo se consideran los 170 días fijados previamente como año de trabajo. Los intervalos de días corresponden con los cambios de la conversión en el tiempo.

En la tabla se aprecia como varía la conversión en el tiempo y con ello la cantidad de glucosa obtenida, así como el costo operacional/peso para las alternativas analizadas. Desde el punto de vista técnico y económico se puede determinar en qué momento es más factible realizar los cambios del biocatalizador empleado como lecho fijo.

Tabla III Comportamiento del costo operacional/peso para la producción de glucosa enzimática considerando incrementos de un 40 y 100% del precio del soporte, para diferentes períodos de reemplazo del biocatalizador.

Días	Conversión (%)	Masa de glucosa / ciclo de 170 días (t)	Costo operacional/peso del producto al variar costos del soporte		
			Estimado	Con un 40% de incremento	Con un 100% de incremento
0-13	100-95	2 516,80	0,3970	0,4000	0,4020
14-26	95-90	2 554,02	0,3950	0,3960	0,3970
27-40	90-85	2 510,91	0,4090	0,4100	0,4110
41-55	85-80	2 429,25	0,4190	0,4192	0,4200
56-71	80-75	2 431,95	0,4230	0,4235	0,4240

Al concluir los primeros 13 días de operación se observa una tendencia a la disminución de la producción y al incremento en el costo operacional/peso del producto. Sin embargo, se aprecia que existen dos opciones donde pueden obtenerse los mejores rendimientos del proceso, los cuales serían al término del día 26 o al transcurrir 40 días de operación. A los 26 días de trabajo se obtiene el menor valor de costo operacional/peso en el proceso, con la mayor cantidad de glucosa obtenida en el ciclo de 170 días y con un porcentaje de conversión en correspondencia con el obtenido en el proceso de hidrólisis ácida de la sacarosa, sin embargo requeriría realizar una mayor cantidad de paradas para el reemplazo del biocatalizador que si este se mantuviera operando 40 días ininterrumpidamente, al final de los cuales se obtiene un costo operacional/peso y un porcentaje de conversión similar al anterior, lo que no traería consigo inconvenientes en el resto de las etapas de obtención de la glucosa. Las restantes opciones pueden ser tomadas en cuenta de acuerdo a las condiciones y disponibilidad del soporte que pudieran existir en un determinado momento, o en dependencia de las características del producto final que se requiere obtener después del proceso de hidrólisis. El costo del soporte no pone en peligro la aplicación de la hidrólisis enzimática, aun duplicando su precio el costo operacional/peso de la glucosa enzimática sigue siendo inferior a la glucosa ácida en todas las variantes analizadas. El análisis económico preliminar realizado evidencia la factibilidad del proceso que se propone y muestra no solo la superioridad técnica, sino también económica de la propuesta analizada.

CONCLUSIÓN

El análisis económico preliminar realizado mostró la superioridad del proceso de hidrólisis enzimática de la sacarosa, empleando para ello el complejo invertasa-quitosana-quitina-carboximetilcelulosa.

BIBLIOGRAFÍA

AZCUBA. Contrato marco de suministros. AZCuba, Matanzas, noviembre de 2014.

Carlos Luis Martínez. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba, 2014

Fernández, E., Gonzales, G., Mayo, O. Ingeniería Económica para Ingenieros Químicos. Facultad de Ingeniería Química. CUJAE. Ciudad de la Habana, Cuba, 2002

Gómez, L., Ramírez, H. L., Villalonga, R. Immobilization of chitosan-invertaseneoglycoconjugate on carboxymethylcellulose-modified chitin. *Prep. Biochem. Biotechnol.* (2006) 36: 259-271. ISSN 1082-6068

Peters, M. S., Timmerhaus, K. D. Plant Design and Economics for chemical Engineers. 4th Ed. Singapure: McGraw-Hill. (1991) ISBN 0-07-100871-3

Turton, R., Bailie, W. B. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. New York: Prentice Hall. (2009) ISBN 0-13-512966-4

PRODUCCIÓN DE XILANASAS A PARTIR DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

XYLANASE PRODUCTION FROM SUGARCANE BAGASSE

Rubio, Y[1], Matos, M[1]*, Valdivia, A[1], Ranilla, MJ[2], Jardines, S[1], Rodríguez, Z[3], Díaz, A[2], Ramos, JZ[1], Mignadier, AC[1]

[1] Centro de Estudios Biotecnológicos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Matanzas. Cuba.
[2] Departamento de Nutrición Animal, Universidad de León, España.
[3]Departamento de Fisiología y Bioquímica, Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. Cuba.
*e-mail (madyu.matos@umcc.cu)

RESUMEN

Las xilanasas se han convertido en enzimas muy atractivas desde el punto de vista económico debido a su importancia en la industria. Con el objetivo de reducir los costos de producción, se necesita encontrar fuentes de carbono más económicas y sostenibles. Teniendo en cuenta este aspecto, el objetivo de nuestra investigación es evaluar el empleo del bagazo de caña de azúcar para remplazar el xilano como fuente de carbono en la fermentación en estado sólido para la producción de xilanasas por *Bacillus subtilis* E44. Basados en nuestros resultados, se detectó una actividad xilanasa de 4.09 UI al emplear el bagazo como sustrato en la fermentación.
Palabras clave: xilanasa, bagazo de caña de azúcar, *Bacillus subtilis* E44

ABSTRACT

Xylanase has become an attractive enzyme due to its enormous economical roles in industry. Thus, in order to reduce the cost of production, the cheapest alternative carbon source is desirable. Therefore, the objective of the study is to involve the use of solid state fermentation to identify their potential ability on the production of xylanase by *Bacillus subtilis* E44 using sustainable cost effective of sugarcane bagasse to replace the expensive xylan as carbon source. The replacement of xylan with sugarcane bagasse as the alternative carbon source in solid state fermentation is particularly essential in industrial production. Based on our results, xylanase activity of 4.09 UI was detected from the bagasse during fermentation.
Key words: xylanase, sugarcane bagasse, *Bacillus subtilis* E44

INTRODUCCIÓN

Las xilanasas son enzimas que degradan el xilano, componente mayoritario de la hemicelulosa. Se han obtenido a partir de hongos y bacterias. Se aplican en diversas industrias tales como en la alimentación (Harris y Ramalingam, 2010), industria del papel (Polizeli *et al*., 2005) y la producción de biodiesel (Goncalves *et al*., 2015). El empleode residuos agroindustriales se ha convertido en una alternativa para reducir los costos de producción de esta enzima.

El bagazo es el residuo separado después de la extracción del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y es el principal subproducto de la industria azucarera. Los xilanos son, después de los glucanos, los carbohidratos más importantes en el bagazo. La xilosa representa casi un tercio del contenido de azúcares en los hidrolizados de bagazo (Princen, 2010).

Entre las bacterias productoras de xilanasas, *Bacillus* es uno de los géneros más promisorios, las enzimas producidas por este género se caracterizan por su estabilidad térmica y a diferentes pH.

El objetivo de la investigación fue evaluar la producción de xilanasas por *Bacillus subtilis* E44 mediante el uso de bagazo de caña de azúcar como sustrato inductor de dichas enzimas en la fermentación en estado sólido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microrganismo: Se empleó la cepa *Bacillus subtilis* E44 conservada a -30 ºC en glicerol.
Evaluación cualitativa de inducción de xilanasa: Se realizó según metodología descrita por Meddeb-Mouelhi *et al.*(2014). Las mediciones de los diámetros de las colonias y halos se realizaron a las 24, 48, 72 y 96 horas.
Fermentación sumergida: La fermentación sumergida se realizó según metodología propuesta por Ho(2015). Se evaluó la actividad xilanasa en: i) caldo nutriente y ii) solución mineral más xilano de haya 1% como fuente de carbono.
Fermentación en estado sólido: La fermentación se realizó en erlenmeyer de 250 mL que contenían 5 g de bagazo previamente esterilizado y secado en estufa a 60 ºC. El porcentaje de humedad se ajustó al 70%, 15% del inóculo (DO= 0,8). Los erlenmeyer se incubaron a 37 ºC durante 24 horas.
Composición química del bagazo de caña de azúcar: El bagazo de caña de azúcar empleado fue donado por el CAI "Mario Muñoz" de la provincia Matanzas. La composición química se realizó según descrito por Rodríguez (2010).
Extracción del crudo enzimático: La extracción se realizó adicionando tampón fosfato de sodio pH 7, 0,02 M (1:10), se colocó en zaranda, 85 rpm durante 30 min. Posteriormente se filtró por gasa y se centrifugó a 10 000 rpm, 15 min a 4 ºC. El sobrenadante se conservó a -20ºC para determinar la actividad de la enzima.
Actividad enzimática: La actividad xilanasa se determinó según método descrito por Bailey *et al*. (1992). Los azúcares reductores producidos a partir del hidrólisis del xilano de haya 1%, se determinaron según metodología descrita por Miller (1959). Una unidad de actividad enzimática se define como la cantidad de enzima capaz de producir 1µmol de xilosa por minuto.
Análisis estadístico: Los valores de actividad enzimática presentados son la media ± SD de tres réplicas calculadas usando el programa MS Excell

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación cualitativa de la inducción de enzimas xilanasas por *Bacillus subtilis* E44 empleando el xilano de haya como única fuente de carbono, mostró zonas claras alrededor de las colonias, después del revelado con rojo congo. Estos resultados indican la capacidad de esta cepa para utilizar en su crecimiento los productos de hidrólisis del xilano debido a la síntesis de xilanasas. En los tiempos muestreados, el diámetro del halo de hidrólisis fue superior al diámetro de la colonia (Tabla I).

Tabla I. Evaluación cualitativa de enzimas xilanasas producidas por *Bacillus subtilis* E44, empleando el xilano de haya como única fuente de carbono.

Tiempo (h)	**Φ Halo hidrólisis ± SD (mm)**	**Φ Colonia ± SD (mm)**
24	10,9 ± 0,11	3,67 ± 0,58
48	19,7 ± 0,57	5,33 ± 1,15
72	24,7 ± 0,57	8,00 ± 0,0
96	23,0 ± 1,73	8,33 ± 0,58

La figura 1 muestra la actividad de la enzima durante el crecimiento de la bacteria en fermentación sumergida. El valor más elevado de actividad detectada en el sobrenadante es de 1,07 UI/ml, el cual corresponde con el medio de cultivo que contenía xilano de haya como única fuente de carbono, sin embargo, también se aprecia un nivel basal de la enzima en el sobrenadante del caldo nutriente. La detección de xilanasas en caldo nutriente, se asocia al hecho que son enzimas constitutivas en el género *Bacillus* y a diferencia de otras enzimas extracelulares se sintetizan durante la etapa de crecimiento exponencial (Chakdar *et al.*, 2016).

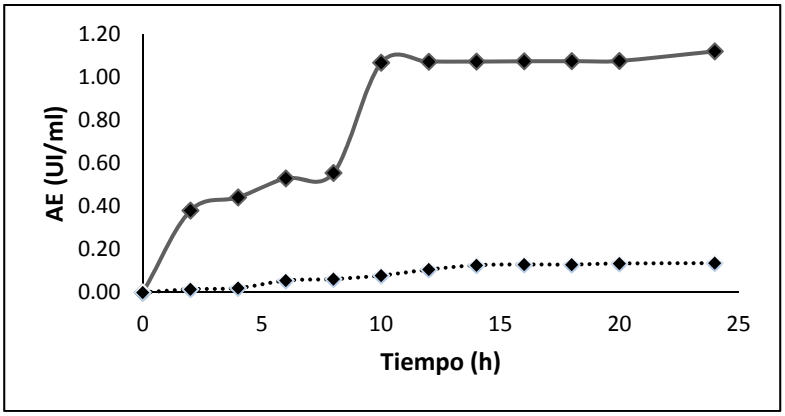


Fig. 1. Actividad xilanasa durante el crecimiento de *Bacillus subtilis* E44 en caldo nutriente (línea discontinua) y solución mineral + xilano de haya 1% (línea sólida)

La Tabla II muestra los resultados de la composición química del bagazo y el valor de actividad xilanasa detectada al cultivar la bacteria en condiciones de fermentación en estado sólido con el empleo del bagazo de caña de azúcar como fuente de carbono. Estos resultados confirman que el bagazo de caña de azúcar puede ser utilizado para producir enzimas xilanasas durante la FES. Resultados similares se informaron por otros autores para la producción de enzimas xilanasas (Irfan & Syed, 2012; Fonseca-Maldonado *et al*., 2014; Cunha *et al*., 2014; Rodríguez-Zúñiga, *et al*., 2012). La composición química del bagazo muestra un elevado porcentaje de hemicelulosa, el cual podría estar relacionado con la expresión de la enzima. El empleo del bagazo en la fermentación en estado sólido no solo disminuye los costos de producción sino también constituye un manejo ecológico, al revalorizar este residuo.

Tabla II. Composición química del bagazo de caña de azúcar.

	% Hemicelulosa	**% Celulosa**	**% Lignina**	**% Proteína bruta**	**Actividad Enzimática (UI/g)**
BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	34.07	42.06	13.61	2.00	4.09

CONCLUSIONES

Los resultados confirman que *Bacillus subtilis* E44 produce enzimas xilanasas durante la fermentación en estado sólido empleando bagazo de caña de azúcar como sustrato inductor, lo cual favorecerá la disminución de los costos de producción de estas enzimas.

REFERENCIAS

1. Harris, AD, Ramalingam, C. Xylanases and its application in food industry: a review. Journal of Experimental Sciences, 2010, 1(7), 1–11. ISSN: 2218-1768
2. Polizeli, M, Rizzatti A, Monti R, Terenzi H, Jorge J, Amorim D. Xylanases from fungi: properties and industrial applications. Applied Microbiology and Biotechnology, 2005, 67 (5), 577–591. ISSN: 1432-0614.
3. Gonçalves, G., Takasugi, Y., Jia, L., Mori, Y., Noda, Sh., Tanakac, T., Ichinosed, H., Kamiya, Noriho. Synergistic effect and application of xylanases as accessory enzymes to enhance the hydrolysis of pretreated bagasse. Enzyme and Microbial Technology, 2015, 72, 16–24. ISSN:18790909
4. Prinsen P. (2010). Composición químicade diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninasTesis presentada en opción al grado de Master. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiologia de sevilla (IRNAS) Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC).
5. Meddeb-Mouelhi, F, Moisan, JK andBeauregard, M.A comparison of plate assay methods for detecting extracellular cellulase and xylanase activity. Enzyme and Microbial Technology, 2014, 66, 16–19. ISSN: 18790909.
6. Ho, HL. Xylanase Production by *Bacillus subtilis* Using Carbon Source of Inexpensive Agricultural Wastes in Two Different Approaches of Submerged Fermentation (SmF) and Solid State Fermentation (SsF). Journal of food Processing & Technolgy, 2015, 6:437. ISSN:21577110.
7. Rodríguez, R. (2010). Estudio in vitro del valor nutritivo y de los efectos antinutricionales de cuatro leguminosas arbóreas tropicales con potencialidades como suplementos del Pennisetum purpureum (vc . CUBA CT-115). Tesis presentada en opción el grado Doctor en Ciencia. 296 pp.
8. Bailey, MJ,Biely, P, and Poutanen,K. Interlaboratory testing of methods for assay of xylanase activity. Journal of Biotechnology, 1992, 23, 257-270. ISSN:13675435.
9. Miller, GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemestry, 1959, 31(3), 426-428. ISSN: 0960-3085.
10. Chakdar, H., Kumar, M., Pandiyan, K., & Singh, A. (2016). Bacterial xylanases□: biology to biotechnology. *3 Biotech*, *6*(2), 1–15. ISSN: 2190-5738.
11. Irfan, M., & Syed, Q. (2012). Original Article Partial purification and characterization of Xylanase from Trichoderma viride produced under SSF, International Journal of Applied Research in Natural Products Vol. 5 (1), pp. 7-11. Directory of Open Access Journals ©2012. IJARNP-HS Publication
12. Fonseca-Maldonado, R., Ribeiro, L. F., Furtado, G. P., Arruda, L. M., Meleiro, L. P., Alponti, J. S.,Ward, R. J. (2014). Synergistic action of co-expressed xylanase/laccase mixtures against milled sugar cane bagasse. *Process Biochemistry*, *49*(7), 1152–1161. ISSN: 13595113.
13. Cunha, F. M., Kreke, T., Badino, A. C., Farinas, C. S., Ximenes, E., & Ladisch, M. R. (2014). Liquefaction of sugarcane bagasse for enzyme production. *Bioresource Technology*, *172*, 249–252. ISSN: 18732976.
14. Rodríguez-zúñiga, U. F., Couri, S., Neto, V. B., Crestana, S., & Farinas, C. S. (2012). Integrated Strategies to Enhance Cellulolytic Enzyme Production Using an Instrumented Bioreactor for Solid-State Fermentation of Sugarcane Bagasse.Bioenerg. Res. DOI 10.1007/s12155-012-9242-y. ©Springer Science+Business Media, LLC 2012.

EMPLEO DE UN ÁCIDO DÉBIL PARA EL PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS AGROINDUSTRIALES: UNA OPCIÓN SOSTENIBLE DE DIVERSIFICACIÓN

A WEAK ACID USAGE FOR AGROINDUSTRIAL LIGNOCELLULOSIC RESIDUALS PRETREATMENT: A SUSTAINABLE DIVERSIFICATION OPTION

Autores: Guerra, L. E.[1]*, Oquendo, H. [1], Pérez, A.[2], Rossello, C. [3], Simal, S. [3], González, E.[4]

[1] Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba
[2] Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba
[3] Grupo de Ingeniería Agroalimentaria. Departamento de Química. Universitat de Les Illês Balears.
[4] Departamento de Ingeniería Química. Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas. Villa Clara, Cuba
* e-mail: eduardo.guerra@reduc.edu.cu

RESUMEN

En el mundo existe un alto interés por la síntesis de procesos tecnológicos que revaloricen los materiales lignocelulósicos de los cuales, el bagazo de caña de azúcar es el de mayor relevancia en el contexto cubano. La obtención de azúcares fermentables es usualmente lograda en estos materiales por medio de pretratamientos con ácidos fuertes concentrados y diluidos que luego no es posible recobrar eficientemente existiendo alternativas con ácidos débiles que pueden ser consideradas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la liberación de azúcares reductores en el bagazo de caña proveniente de una fábrica de azúcar, al ser pretratado con ácido cítrico. Se pudo obtener como mejor valor 14,36 mg de azúcares reductores/100mg de sustrato seco, los cuales es posible elevar a 23,16 (161.28%) bajo las siguientes condiciones experimentales: Concentración de ácido cítrico, 2,70 mg/ml; Temperatura, 70 °C; Tiempo de contacto, 55 min y Diámetro de partículas, Mezcla (bagazo integral).

PALABRAS CLAVE: ácido cítrico, pretratamiento, bagazo de caña.

ABSTRACT

There is a very high international interest into technological process that can efficiently revalue lignocellulosic materials, been the most relevant to take into account in Cuban contest the sugarcane bagasse. High levels of fermentable sugars are frequently reached by strong acid pretreatments including concentrated and diluted ones where the downstream recovery is not often a viable choice despite weak acids options are available and should be considered. Therefore, the aim of this investigation was to evaluate the fermentable sugar release from sugarcane bagasse provided by a Cuban sugar factory preforming a pretreatment with citric acid and three different factors. It was found 14,36 mg of reducing sugar /100mg of dry bagasse as best result which could be raised up to 23,16 (161.28%) if followings conditions are selected: Citric acid concentration, 2,70 mg/ml; Temperature, 70 ºC; Contact time, 55 min and Particle sizes, Mixture (raw bagasse).

KEY WORDS: citric acid, pretreatment, sugarcane bagasse.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el ácido cítrico (AC) ha sido uno de los comodines más versátiles y valorados a nivel mundial[1]. Aunque no ha sido rigurosamente estudiada su comercialización en el contexto cubano, se conoce que se importan cantidades representativas[2] por lo que la evaluación de la factibilidad de su producción resulta necesaria para avanzar en la creación y recuperación de plantas de derivados[3].

En la diversificación de la agroindustria, con empleo de sus residuos lignocelulósicos, se reconoce que la etapa de pretratamiento resulta crucial para el desarrollo tecnologías de revalorización[4,5]. Existen diferentes tipos de pretratamientos para favorecer la conversión de la celulosa, hemicelulosas y lignina contenidas en el bagazo de caña de azúcar en productos de mayor valor agregado. Una revisión de los beneficios y desventajas de diferentes tipos de pretratamiento ha sido coherentemente resumida por Girio et al (2010)[6] considerándose, en la presente investigación, como de mayor viabilidad para obtener hemicelulosas y celulosas de alta digestibilidad para el contexto cubano, el empleo de ácidos fuertes concentrados y diluidos que de manera complementaria pueden ser combinados con otros pretratamientos[7]. Tal consideración se sustenta en la simplicidad de las operaciones involucradas y el uso de reactivos accesibles en el entorno cubano. Fundamentalmente son empleados en estos pretratamientos los ácidos sulfúrico y clorhídrico.

Ha sido reportado el empleo de ácidos débiles que ofrecen mejores resultados para la obtención azúcares reductores en materiales lignocelulósicos respecto a los ácidos mencionados[8]. Como ejemplos de ácidos débiles pueden mencionarse los carboxílicos, muchos de los cuales son obtenidos por vía fermentativa a partir de la hidrólisis de los materiales lignocelulósicos, siendo un ejemplo ampliamente estudiado, la obtención de AC con el empleo del hongo celulolítico Aspergillus niger[9].

Existen diferentes rutas de síntesis de procesos para la revalorización de materiales lignocelulósicos y entre ellas, se ha visualizado la hipotética opción por los autores del presente trabajo, de emplear la síntesis de ácidos carboxílicos para reciclarlos total o parcialmente y generar así pretratamientos más eficientes y ambientalmente compatibles. La tecnología de obtención de AC se encuentra descrita y es viable[10], lo cual presenta al AC como un candidato para la generación de propuestas sostenibles de diversificación, por lo que se define como objetivo de este trabajo: evaluar preliminarmente la liberación de azúcares fermentables del bagazo de caña de azúcar mediante un pretratamiento con AC y condiciones moderadas de operación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron estudiados diferentes niveles de acidez (pH) empleados por varios autores para pretratar materiales lignocelulósicos, evidenciándose que es posible obtener resultados favorables combinando adecuadamente temperaturas entre 50 ºC y 121 ºC, tiempos entre 0,25 h y 5 h y pH entre 0,13 y 2,00[11]. El propio autor muestra resultados de la evolución del pH en soluciones de concentración conocida de ácido clorhídrico, sulfúrico y AC una vez se aumenta la temperatura (Figura 1), donde se evidencia que existe concentraciones de AC que logran alcanzar el rango de pH reportado para tratamientos con ácidos convencionales (zona marcada en el eje Y), las cuales pueden ser seleccionadas para un diseño de experimento de tipo Factorial.

Las condiciones experimentales fueron escogidas considerando, de manera adicional, el factor “Diámetro de partículas” (mm), el cual fue fijado en consonancia con una caracterización previa realizada al bagazo empleado. Con el uso del software Statgraphic Centurion XVI fue elegido un diseño factorial completo 3^4 con dos réplicas (243 corridas experimentales) el cual fue optimizado con la herramienta “D-optimal design” hasta 16 corridas y 9 placebos eligiéndose, con independencia de los investigadores, las corridas candidatas. Los nivel y variables empleadas en el estudio fueron: concentración de AC (1%, 3%, 5%), temperatura (50ºC, 60ºC, 70ºC), tiempo de contacto (0,5h, 1.0h, 1,5h) y tamaño de partículas (menor que 0.85 mm, bagazo sin tamizar y mayor que 0.85 mm)

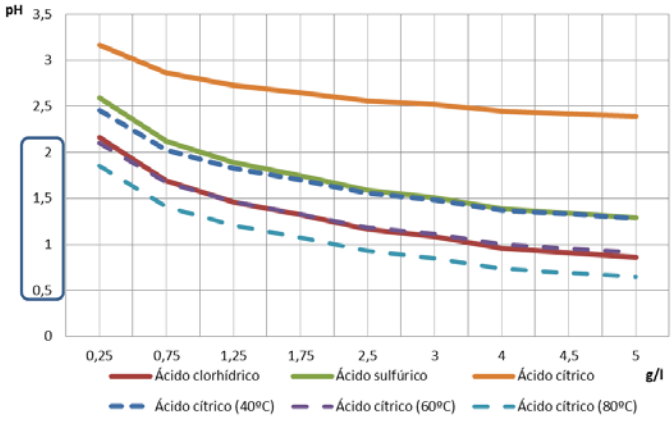


Figura 1. Evolución del pH en soluciones ácidas seleccionadas y AC.

El bagazo de caña de azúcar fue colectado en la Empresa azucarera I. Agramonte de la provincia Camagüey (Cuba), secado en estufa a 80ºC por 16 h. El ácido cítrico anhidro fue disuelto en agua destilada con matraz aforado de 500ml y en cantidad necesaria, luego fueron preparadas el resto de las diluciones. Fueron esterilizados 25 tubos con tapa roscada de 50 ml los cuales fueron completados con las muestras según condiciones del diseño. Los experimentos fueron realizados en estufa con control de temperatura. Se realizó la medición de azúcares reductores según técnica analítica de Miller (1959)[12], en espectrofotómetro Rayleigh y con curva patrón de glucosa de concentración conocida. Los reactivos usados fueron de grado analítico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla I muestra los resultados alcanzados siendo validado el supuesto de que es posible obtener cantidades no despreciables de azúcares reductores con el pretratamiento realizado (se considera que son mayoritariamente hemicelulosas). Son mostradas las condiciones a las que se logró el mejor resultado experimental y una optimización realizada que incrementa en un 61,25% el resultado obtenido, básicamente elevando al máximo el factor Temperatura lo que sugiere la necesidad de una ampliación del rango experimental en posteriores estudios.

Los resultados obtenidos (14,362 mg/100mg de bagazo seco como mejor resultado y 23,159 optimizado) son similares a los amplios estudios de prehidrólisis del bagazo de caña cubano realizado por Nápoles y López (1987)[13], lo que es contrastable al considerar las condiciones necesarias para alcanzar similar cantidad de azúcares reductores para los pretratamientos ácidos realizados por estos autores (Tabla II). Se pudo determinar, a partir de técnicas cromatografías posteriores que fue posible solubilizar el 37.6% de las hemicelulosas presentes en el bagazo de caña. Se demuestra la influencia de la acidez lograda con la protonación de los tres enlaces carboxílicos del AC al aumentar la temperatura (corroborado en Gráfico 1 donde $pH_{\text{Ácido sulfúrico; 5\%}} \sim 1{,}3$ y $pH_{\text{Ácido cítrico; 3\%; 80ºC}} \sim 0{,}8$)

Tabla I. Mejores condiciones experimentales y optimales.		
Factor	Mejor resultado	Óptimo
Concentración AC	0,0	-0,0984968
Temperatura	0,0	1,0
Tiempo	0,0	-0,0848366
Diámetro de partículas	0,0	-0,0772787

Tabla II . Condiciones para alcanzar resultados equivalentes.					
Tratamientos	A	B	C	D	Este trabajo
Ácido Sulfúrico %	0,5	0.25	5.0	2.0	AC 3%
Temperatura (°C)	160	140	100	100	70
Tiempo (min)	8	40	120	300	55

Estos resultados son evaluados de satisfactorios por los autores al revelar que es posible obtener azúcares fermentables con el empleo de un pretratamiento con AC al bagazo de caña y por considerar que las mayores contribuciones de esta opción de pretratamiento se encuentran en las mejoras a los costos inversionistas, operacionales y ambientales aportados por el recobrado del ácido. De especial interés, es el hallazgo de que el bagazo sin tamizar resulta la mejor opción para un pretratamiento. Un análisis de varianza demostró que

los tres factores tienen influencia significativa sobre la variable respuesta al 95% de confianza y dentro del rango experimental.

CONCLUSIONES

1. Se demostró que el empleo del AC en el pretratamiento del bagazo de caña de azúcar es una opción a tener en cuenta para el desarrollo de proceso de diversificación.
2. Puede lograrse el fraccionamiento del bagazo de caña hacia la obtención de hemicelulosas con el empleo de ácido cítrico y condiciones poco agresivas de operación.
3. Es posible mejorar los niveles de solubilización de hemicelulosas a temperaturas más elevadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo reconocen la asistencia recibida por la Universidad de las Islas Baleares a partir del otorgamiento de financiamiento como parte de la XII Convocatòria d'ajuts per a projectes CUD 2015.

REFERENCIAS

1. From the Sugar Platform to biofuels and biochemical. Final report for the European Commission Directorate-General Energy N° ENER/C2/423-2012/SI2.673791 April 2015 V2.1. https://biorrefineria.blogspot.com
2. Cruz, R; López, L; Gómez, M; González, E. Estudio de la demanda para el producto ácido cítrico en la región central de Cuba. <En soporte electrónico> Revista Centro Azúcar 33(1): enero-marzo, 2006. <Disponible en http://centroazucar.qf.uclv.edu.cu> [Consultado 22/03/2014]
3. Actualización de los Lineamientos de la Política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021, julio de 2016. <En soporte electrónico>
4. P. Alvira, E. Tomás-Pejó, M. Ballesteros and M.J. Negro. Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. http://www.sinhhocvietnam.com/forum/showthread.php?t=8199. fecha de consulta: 2014-02-4
5. Godliving Y. S. Mtui. Recent advances in pretreatment of lignocellulosic wastes and production of value added products African Journal of Biotechnology Vol. 8 (8), pp. 1398-1415, 20 April, 2009. Available online at http://www.academicjournals.org/AJB. ISSN 1684–5315
6. Girio, F.M. et al. Hemicelluloses for fuel ethanol: A review. / Bioresource technology 101 (2010) 4775-4800.
7. Mesa, L. Estrategia investigativa para la obtención de etanol y coproductos de bagazo de la caña de azúcar. Tesis doctoral. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, 2009. . <En soporte electrónico> Repositorio Universidad de Las Villas. <Disponible en http://uclv.edu.cu> [Consultado 26/06/2011]
8. Negro, M.J. Degradación enzimática de la biomasa de Onopordum nervosum Bois. Memoria presentada para optar al Grado de Doctor en Ciencias. En formato electrónico. Universidad Complutense de Madrid, 1991.
9. Cudjoe, E.; Mensah, M. Chemical Pretreatment Methods for the Production of Cellulosic Ethanol: Technologies and Innovations. International Journal of Chemical Engineering Volume 2013, Article ID 719607, 21 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2013/719607
10. Roberts, L.R (Ed) Encyclopedia of Chemical Processing and Desing (Vols 8). New York. (1979)
11. Guerra, L. E. et al. Propuesta tecnológica para la producción de ácido cítrico a partir de un residuo de la agroindustria azucarera cubana. <En soporte electrónico> Tesis en opción al título de Master en Análisis de Procesos de la Industria Química, junio de 2015. Repositorio Universidad de Camagüey. <Disponible en http://reduc.edu.cu> [Consultado 08/02/2017]
12. Miller, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31, 426-428.
13. Nápoles, A.I; López, R. Hidrólisis y tratamiento químicos a los materiales celulósicos. Editorial científico técnico. La Habana, Cuba. 1987.

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CON CRUDOS ENZIMÁTICOS DE ORIGEN CUBANO

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON ENZYMATIC HYDROLYSIS OF SUGAR CANE BAGASSE USING ENZYMATIC CRUDES FROM CUBAN ORIGIN

Autor (es): Menéndez, Z*, Dustet, J, Zumalacárregui, L, Pérez, L

Grupo de Análisis de Procesos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), MES. Calle 114 No. 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.Teléf.: 266-3396, 266-3350,266-3358
* e-mail: zmenendez@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

El bioetanol es una fuente de energía que puede satisfacer algunas necesidades crecientes de la población mundial. Es renovable y su uso contamina muy poco el medio ambiente. La hidrólisis enzimática es una etapa de su proceso de obtención que aún contribuye a su alto costo de producción dado el alto costo de las enzimas comerciales. Se necesita de nuevas enzimas celulasas capaces de hidrolizar celulosa con altos rendimientos, así como conocer las mejores condiciones de pH, temperatura y otras en que ellas operan. El efecto de la temperatura, entre 30-40ºC, en la hidrólisis enzimática con una nueva mezcla de crudos enzimáticos de origen nacional fue probado. Se determinó que el rendimiento de la hidrólisis no sufre cambios significativos a las 24 h. Aspecto positivo que puede resolver un problema en la tecnología de producción mediante sacarificación y fermentación simultáneas donde las enzimas y levaduras deben operar conjuntamente.
PALABRAS CLAVE: bioetanol, celulasas, hidrólisis enzimática

ABSTRACT

Bioethanol is an energy source that can meet some of the growing needs of the world's population. It is renewable and its use pollutes very little the environment. Enzymatic hydrolysis is a stage of its production process that still contributes to its high cost of production due to high cost of commercial enzymes. New cellulase enzymes capable of hydrolyzing cellulose with high yields are needed, as well as knowing the best conditions of pH, temperature and others in which they operate. The effect of temperature, between 30-40 ° C, on enzymatic hydrolysis of a new mixture of enzymatic crude from national origin was tested. It was determined that hydrolysis yield did not suffer significant changes at 24 h. Positive aspect that can solve a problem in the technology of production by simultaneous saccharification and fermentation where enzymes and yeasts must operate together.
KEY WORDS: bioethanol, cellulases, enzymatic hydrolysis

INTRODUCCIÓN

La hidrólisis enzimática es una etapa fundamental en el proceso de obtención de etanol celulósico [1] la cual es aún costosa debido al alto precio de las enzimas comerciales [2]. La búsqueda de nuevas fuentes de enzimas con mayor especificidad por el sustrato a degradar que genere mayores rendimientos sigue siendo un reto [3]. Asociado a la búsqueda de nuevas enzimas está la mejora de las condiciones operacionales en las que se desempeñan como la temperatura, velocidad de agitación y pH [4], [5]. El objetivo del trabajo fue

determinar la influencia de la temperatura, en un intervalo de 30-40˚C, en la hidrólisis enzimática del bagazo de caña de azúcar aplicando crudos enzimáticos de origen cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó como sustrato el bagazo de caña de azúcar (BCA) del central azucarero Manuel Fajardo (provincia de Mayabeque) y donado amablemente por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), con una distribución de tamaños de partículas entre 1 y 5 mm después de ser fraccionado en un molino. Se pretrató con hidróxido de sodio (NaOH) al 3% (p/v) durante una hora en autoclave, a 121°C y 202,6 kPa de presión absoluta. Posteriormente se le realizaron varios lavados con agua, añadiéndose gotas de una solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) durante el enjuague, para disminuir el pH hasta valores entre 5 y 6. El mismo fue caracterizado mediante técnicas del *NREL* (siglas en inglés) [6], [7]. En la hidrólisis enzimática se utilizaron crudos de la cepa 6 aislada a partir de bagazo de caña de azúcar por [8] y la cepa J1 (*Aspergillus niger*) aislada por [9]. Los crudos enzimáticos de dichas cepas, fueron caracterizados por [10] mediante electroforesis desnaturalizante en gel de Poliacrilamida (SDS-PAGE). La determinación de la actividad enzimática se realizó según el método descrito por [11]. Los ensayos se realizaron en una incubadora con agitación (modelo: FLY-111B) a las temperaturas de 30, 35 y 40ºC, 100 min^{-1}, pH 4,8 mediante la utilización de un tampón de citrato de sodio, las fracciones de los crudos enzimáticos se añadieron en una proporción de 50% cada uno garantizando una concentración total de 10 UPF/g de celulosa. Se realizaron dos réplicas a cada ensayo. El estudio de la hidrólisis se realizó durante 72 horas, tomándose muestras a las 24, 48 y 72 horas. Como variable respuesta se utilizó concentración de glucosa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra el resultado del comportamiento de la concentración de glucosa en el tiempo a diferentes temperaturas.

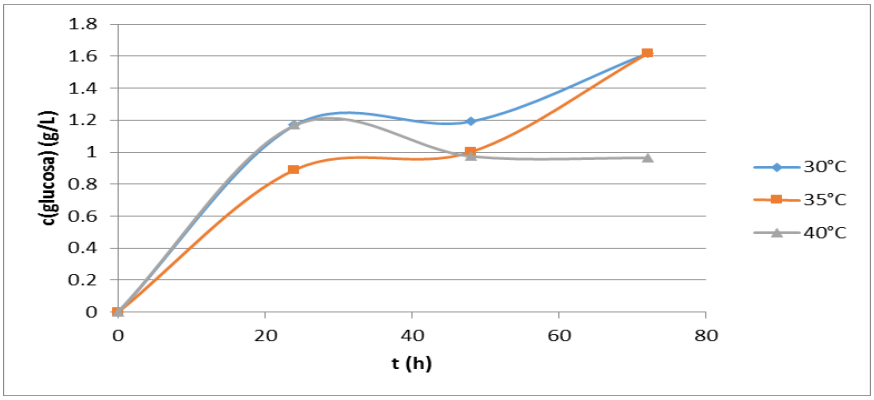


Figura 1. Concentración final de glucosa en función del tiempo para diferentes temperaturas de la hidrólisis enzimática a 100 min^{-1}, pH = 4,8 y 10 UPF/g de celulosa.

La producción de glucosa aumentó a medida que transcurría el tiempo a las temperaturas de 30 y 35˚C no así a 40˚C donde se detectó una menor concentración de esta en los tiempos posteriores a las 24 h. Este comportamiento sugiere que pudo ocurrir una contaminación en los reactores a 40˚C.
El patrón de formación de azúcares es el típico correspondiente a procesos de bioconversión de polisacáridos por la acción de enzimas hidrolíticas, el cual se manifiesta como un incremento progresivo de la concentración del azúcar en el tiempo hasta una etapa de meseta esta última no evidente en estos.

Del análisis estadístico de los resultados se pudo confirmar que estos cumplían con una distribución normal al observar la figura 2.

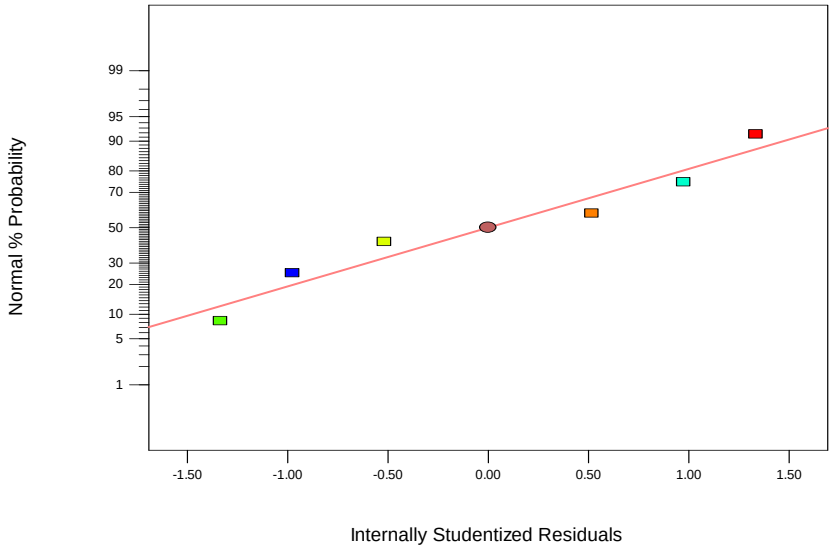


Figura 2. Gráfico de distribución normal vs Residuos.

Se realizó una comparación entre las medias de los rendimientos obtenidos en el intervalo de temperatura 30-40°C para determinar el efecto de la temperatura. Los rendimientos de glucosa seleccionados fueron a las 24 h considerando que la perspectiva es aplicar estas enzimas en un proceso de sacarificación y fermentación simultáneas (SFS) el cual puede tener una etapa inicial de presacarificación de 12 a 24 horas [12].
De la tabla I se puede deducir que no existen diferencias significativas entre los resultados de los rendimientos de glucosa obtenidos para las diferentes temperaturas ya que los valores de probabilidad son mayores que 0,05 para un nivel de significación de 95%.

Tabla I. Prueba de comparación de medias de los rendimientos de glucosa

Códigos	***Medias estimadas***	***Tratamiento***	***Diferencia de medias***	***Grados de libertad***	***Error estandar***	***t para H0 Coeff=0***	***Prob > |t|***
1-30	7,50	1 vs 2	1,80	1	1 0,61	2,95	0,0601
2-35	5,71	1 vs 3	3,871E-003	1	1 0,61	-6,353E-003	0,9953
3-40	7,51	2 vs 3	-1,80	1	1 0,61	-2,96	0,0598

La temperatura óptima para la producción de etanol se encuentra entre 32 y 38ºC dependiendo de la cepa de levadura estudiada [13]. Por lo que estos resultados posibilitan realizar la hidrólisis empleando la mezcla de enzimas J1-6 a una temperatura cercana a la utilizada en la fermentación alcohólica (32-38°C), lo que resulta favorable para utilizar esta mezcla en el proceso de SFS sin que se afecte la velocidad de la reacción de hidrólisis.

CONCLUSIONES

Del estudio de la influencia de la temperatura en el rendimiento de la hidrólisis enzimática del bagazo de caña de azúcar utilizando una nueva mezcla de enzimas celulasas (J1-6) de origen nacional se pudo concluir que estas pueden operar a un intervalo de temperatura de 30-40°C sin afectar significativamente el rendimiento de glucosa hasta las 24 h. Resultado que apunta a dar solución a un problema en la tecnología de

producción mediante SFS donde las enzimas y levaduras deben operar conjuntamente bajo las misma condiciones.

REFERENCIAS

1. Suhardi, V.S.H., Prasai, B., Samaha, D., Boopathy, R. Combined biological and chemical pretreatment method for lignocellulosic etanol production from energy cane. Renew Bioresour. 1, 2013.
2. Jonsson, L.J., Alriksson, B., Nilvebrant, N.O. Bioconversion of lignocellulose: inhibitors and dextoxification. Biotechnol. Biofuels, 2013, 6, 16.
3. Falkoski, D.L., Guimares, V.M., de Almeida, M.N., Alfenas, A.C., Colodette, J.L., de Rezende, S.T. Chrysoporthe cubensis: a new source of cellulases and hemicellulases to application in biomass saccharification processes. Bioresour. Technol. 2013, 130, 296-305.
4. Kadić, Adnan., Palmqvist, Benny., Lidén, Gunnar. Effects of agitation on particle-size distribution and enzymatic hydrolysis of pretreated spruce and giant reed Biotechnol Biofuels. 2014; 7: 77.
5. Yabefa, J. A., Ocholi, Y., Odubo, G. F. Effect of temperature and changes in medium pH on enzymatic hydrolysis of β(1-4) glycosidic bond in orange mesocarp. Asian Journal of Plant Science and Research, 2014, 4, 21-24.
6. Sluiter, A., Ruiz, R., Scarlata, C. Sluiter, J., Templeton, D. Technical Report NREL/TP-510-42619. 2008.
7. Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., Templeton, D., Crocker, D. Technical Report NREL/TP-510-42618. 2008.
8. Ferrer-Marcelo, Yoandy., León-Rodríguez, Marta., Michelena-Álvarez, Georgina., Dustet-Mendoza, Julio César., Duque-Ortiz, Arianna., Ibañez-Fuentes, My-Lai., Tortoló-Cabañas, Keyla. Selección de hongos aislados de bagazo de caña con actividad celulasa sobre celulosa cristalina para posibles aplicaciones industriales. ICIDCA. 2011, 45, (1).
9. Dustet-Mendoza, Julio César. Contribución al estudio y al desarrollo de la fermentación en estado sólido de materiales lignocelulósicos. Tesis de Doctorado. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ciudad de La Habana. 1999.
10. Duque-Ortiz, Arianna. Características de los crudos de celulasas de diferentes cepas de hongos filamentosos obtenidos mediante la técnica de fermentación en estado sólido. Tesis para optar por el título de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana. 2010.
11. Adney, B., Baker, J. Measurement of Cellulase Activities. Technical Report NREL/TP-510-42619. 2009.
12. Mesaa, L., Gonzáleza, E., Romerob, I., Ruizb, E., Carab, C., Castrob, E. Comparison of process configurations for ethanol production from two-step pretreated sugarcane bagasse. Chemical Engineering Journal. 2011, Volume 175, 15, Pages 185–191.
13. Taherzadeh, M., Karimi, K. Enzyme-based hydrolysis processes for etanol from lignocellulosic materials: A review. BioResources. 2007, 2(4), 707-7038.

PRODUCCIÓN ENZIMÁTICA SOSTENIBLE DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS), ALTAMENTE ATRACTIVA PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA

SUSTAINABLE ENZYMATIC PRODUCTION OF FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS), HIGHLY ATTRACTIVE FOR THE SUGAR INDUSTRY

Pérez Cruz ER [1], Martínez D [1], Sobrino A [1], Menendez C [2], Ramirez R[2], Rodríguez I [3]y Hernández L [2]*

[1]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Sancti Spíritus. CUBA.
[2]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. La Habana, CUBA.
[3]Departamento de Ingeniería Química. Universidad Centra de las Villas. CUBA
** Corresponding author: enrique.perez@cigb.edu.cu*

RESUMEN

En este trabajo se estudia la factibilidad técnico-económica de la síntesis de fructooligosacáridos a partir de azúcar, catalizada por la enzima recombinante sacarosa:sacarosa 1-fructosiltransferasa (1-SSTrec). La 1-SSTrec es un preparado enzimático comercial, desarrollado por el CIGB para uso en la producción industrial de FOS, sin similares en el mercado. Ensayos de síntesis de FOS en reactores tipo tanque agitado, a escala de laboratorio y piloto, mostraron rendimientos máximos de conversión de 55-60%. Análisis de las alternativas tecnológicas de la producción FOS, en diferentes grados de pureza e instalaciones industriales, mostraron la sostenibilidad del proceso en la totalidad de los escenarios analizados En el caso particular de la producción de sirope FOS de alto grado de pureza (95%) arrojó un margen de utilidad de 65% para una planta independiente, tomando como el precio de referencia $7200 /t. Una reducción del costo de producción de un 25,8% y un margen de utilidades de 73,9% se obtuvo al simular la planta de producción formado parte de una refinería de la caña de azúcar.
Palabras claves: *fructosiltransferasa, fructooligosacáridos, 1-kestosa y costos de producción.*

ABSTRACT

In this work the technical-economic feasibility of the synthesis of fructooligosaccharides from sugar catalyzed by the recombinant enzyme sucrose: sucrose 1-fructosyltransferase (1-SSTrec) is studied. 1-SSTrec is a commercial enzyme preparation, developed by CIGB for use in the industrial production of FOS, without similar on the market. Tests of FOS synthesis in stirred tank-type reactors, at laboratory and pilot scale, showed maximum conversion yields of 55-60%. Analysis of the technological alternatives of the FOS production, in different degrees of purity and industrial facilities, showed the sustainability of the process in all the scenarios analyzed. In the particular case of the production of high-purity (95%) FOS syrup, it yielded a profit margin of 65% for an independent plant, taking as the reference price $ 7200 /t. A reduction in production costs of 25.8% and a profit margin of 73.9% was obtained by simulating the production plant part of a sugarcane refinery.
Key words: *fructosyltransferase, fructooligosaccharides, 1-kestose and production cost*

INTRODUCCIÓN

Los FOS están compuestos por cadenas lineales con 1-9 residuos de fructosa enlazados a una molécula de sacarosa por enlace β 2→1 (1). La importancia de estos compuestos radica en que pueden utilizarse como ingredientes no digeribles de la dieta, tanto de humanos como de animales, brindando un efecto prebiótico, al producir efectos beneficiosos mediante la estimulación selectiva del crecimiento o la actividad de uno o más tipos de microorganismos en el colon. Entre dichos microorganismos se encuentran *Lactobacillus* y

Bifidobacterias (2). En la naturaleza, los FOS son producidos por acción de enzimas tipo fructosiltransferasas (FTasa, EC 2.4.1.9) y β-fructofuranosidasas (FFasa EC 3.2.1.26) de plantas, hongos, bacterias y algunas levaduras (3). La producción industrial de FOS, actualmente, se realiza siguiendo dos estrategias: degradación parcial de inulinas (1,4) o síntesis enzimática a partir de la sacarosa, con empleo de enzimas FFasa con alta actividad transfructosilasa o FTasa, producidas por hongos (*Aspergillus sp y Aureobasidium pullulans*) (5,6). Ambas tecnologías dan lugar a una mezcla de FOS, que varía su grado de polimerización (GP) de 2 a 10, cuyos principales componentes son: 1-kestosa (GF_2), nistosa (GF_3), fructosilnistosa (GF_4), bifurcosa (GF_3), inulobiosa (F_2), inulotriosa (F_3) e inulotetraosa (F_4). La 1-kestosa es el FOS de mayor interés comercial, por su doble efecto de edulcorante hipocalórico y prebiótico, así como por su posible uso como azúcar para diabéticos (7).

El mercado de fructooligosacáridos mantiene una tendencia creciente y según los Analistas de Industrias Globales Inc. (GIA), alcanzará en los Estados Unidos $225,1 millón para 2015, mientras se espera que las ventas europeas lleguen a los $1,17 mil millones (8). En China los FOS (polvo con un 95% pureza) se comercializaron en diciembre del 2012 a un precio de 8 347 USD/t (Guo et al., 2013). En el futuro mantener una tendencia creciente en el mercado de FOS precisa de reducir sus costos de producción y expandir sus aplicaciones en la formulación de alimentos funcionales y nutracéuticos.

Los complejos procesos tecnológicos de bajos rendimientos en extracción y purificación de las enzimas FFasa y FTasa (9, 10), ha conducido a que se empleen sistemas inmovilizados de células o enzimas en la transfructosilación industrial de la sacarosa en FOS (1,11). Además esta situación tecnológica es la causa de que no existan enzimas fructosiltransferasas comerciales para uso industrial (12) y que por tanto tenga que coexistir en una misma fábrica la producción de biocatalizador y producción de FOS.

Una alternativa para simplificar los procesos de extracción de enzimas para producir FOS, es la obtención de fructosiltransferasas recombinantes a partir de su expresión en la levadura *Pichia pastoris.* Siguiendo esta estrategia, en nuestro laboratorio se obtuvo altos niveles de expresión constitutiva en *P. pastoris* de la enzima sacarosa:sacarosa 1-fructosiltransferasa (1-SSTrec) de origen vegetal (13). El empleo de esta enzima, con nombre comercial y su potencial uso en la producción industrial de FOS son descritos en este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enzima y actividad enzimática.

La enzima utilizada en este trabajo fue la sacarosa:sacarosa 1-fructosiltransferasa (1-SSTrec) de origen vegetal, producida por el CIGB con el nombre comercial Kestozyme.

Una unidad de actividad enzimática (U) de Kestozyme se definió como la cantidad de enzima que libera 1µmol de glucosa por minuto a velocidades iniciales de la reacción en una solución de sacarosa a 1,46 M en tampón acetato de sodio 0,1 M, pH 5,5 a 30°C (13).

Producción de fructooligosacáridos.

Un reactor enchaquetado tipo tanque agitado fue alimentado con una solución de sacarosa a concentraciones de 600-800 g/L y pH 5,5 a 25ºC y se le adicionó Kestozyme a razón de 600- 6000 U/L una vez alcanzada la temperatura de operación 45ºC. La agitación fue controlada para mantener el sistema homogéneo. El tiempo de reacción fue determinado por simulación en Matlab de la reacción cinética, de la desactivación enzimática y la transferencia de calor.

Cuantificación de fructooligosacáridos.

El análisis cuantitativo de las muestras se realizó por HPLC de un sistema isocrático combinado con detección por índice de refracción para el análisis de carbohidratos. Se aplicaron 20 µL de muestra a una columna Aminex HPX 42-C (BioRad, Richmond), con un flujo de trabajo de 0,5 mL/min, una presión de aproximadamente 52 bar y una temperatura de trabajo de 85°C. El solvente utilizado fue agua destilada. Se empleó un detector de índice de refracción Knauer Differential-Refractometer. Los resultados se analizaron con ayuda del paquete informático BioCrom, versión 3,0, CIGB, 1996-1997.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de FOS catalizada por Kestozyme muestra un similar perfil de producto para todas las concentraciones de enzima y sacarosa ensayadas (Figura 1). La mayor productividad se alcanza a la concentración de sacarosa a 600 g/L y los máximos rendimientos fueron de 55-60% de FOS, con la particularidad que la composición de 1-kestosa es superior al 50% de carbohidratos totales en la mezcla y más de 90 % entre los FOS. Esta composición de 1-kestosa (>50%) es muy superior a las obtenidas por enzimas fúngicas (<35%), para similar conversión de sacarosa en FOS (14). Este resultado constituye una ventaja tecnológica adicional del uso de Kestozyme en la producción FOS, pues aplicando tecnología existente para separación de azúcares industrial (Ej. Cromatografía de Lecho Móvil Simulado) que discrimine mono y disacáridos de los fructooligosacáridos, se obtendrá un licor de 1-kestosa una pureza superior al 90% y que además posibilita su cristalización (15). Productos de similar grado de pureza solo existe en el mercado para propósitos analíticos a precios prohibitivos para su uso en alimentos funcionales o nutraceúticos.

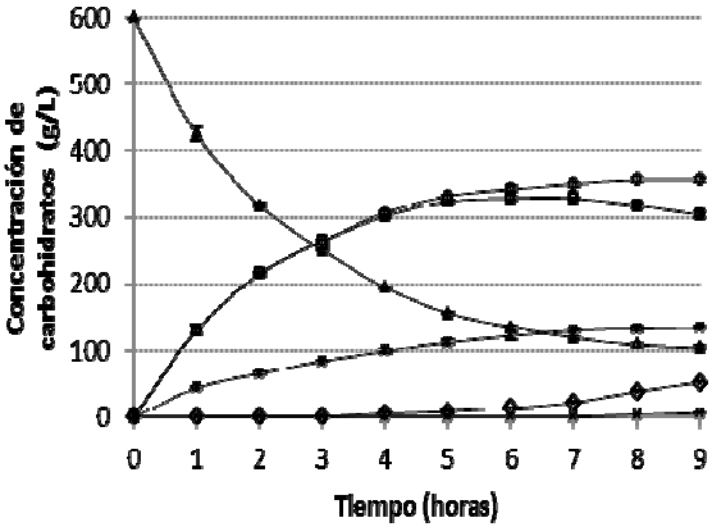


Figura 1: ***Curso temporal de la reacción catalizada por la 1-SSTrec a 600 g/L de sacarosa inicial en 0,1 M de tampón acetato de sodio pH 5,5, 45ºC, y 100 rpm.*** *Los datos representan las medias de tres experimentos ± la desviación estándar y los símbolos (Δ) Sacarosa, (□) 1-kestosa, (◊) Nistosa, (x) Glucosa, (∗) Fructosa, (o) FOS totales.*

El estudio de prefactibilidad técnico-económico de la introducción de Kestozyme en la etapa de síntesis del proceso de producción de sirope FOS, calidad 95% de pureza, en una planta con capacidad de 10000 t/año, arrojó un índice de consumo de enzima óptimo de 900 U/L de reacción, considerando el costo de las materias primas principales el mostrado en la tabla I. La distribución en por ciento del costos de las materias primas se muestra en la figura 2. En este escenario el costo de producción es de $ 2518/ t de FOS 95%, siendo las materias primas el 81% del costo y el 11% está asociado a los gastos de fuerza de trabajo. La utilidad sería de un 65% para un precio de venta de $ 7200 t/ FOS

Tabla I: Costo de materias primas principales

Mat. primas y Mater.	Unidad de medida	Precio
Enzima Kestozyme	U x 10^6	$200,00
Sacarosa	t	$390,00
Energía eléctrica.	MWh	$132,00
Envase	m3	$92,00

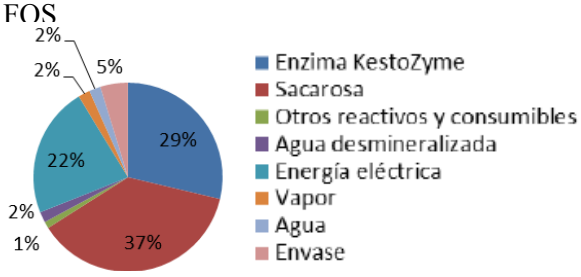


Figura 2. ***Gráfico de distribución de los costos de las materias primas***

Al analizar la factibilidad técnico-económica de la producción de FOS en una planta con similares características a la descrita anteriormente, pero ubicada dentro de un complejo de refinación de azúcar de caña, se logra una reducción del costo de producción de 25,8%, al considerar que la sacarosa y la energía eléctrica disminuyen su costo unitario en 43,6% y 68,9%, respectivamente. En este escenario el margen de utilidad es de 73,9% por tonelada de FOS 95%.

CONCLUSIONES

La utilización de Kestozyme como catalizador de la reacción de síntesis de fructooligosacáridos permite obtener rendimientos máximos de conversión de 55-60%, siendo la 1-kestosa el compuesto mayoritario.
La producción de FOS con 95% de pureza obtenido a partir de la reacción de síntesis catalizada por Kestozyme es atractiva en todos los escenarios analizados, a los precios actuales de los fructooligosacáridos y mucho más atractiva si esta producción se realiza dentro un complejo de refinación de azúcar de caña.

REFERENCIAS

1. Yun J W. Fructooligosaccharides Ocurrence, preparation and application. *Enzyme and Microbial Technology* (1996) 19:107-117.
2. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* (1995) 125(6):1401–1412.
3. Guío F, *et al*.. Recent trends in fructooligosaccharides production. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture* (2009)1: (3).
4. Franck A. Technological functionality of inulinand oligofructose. *British Journal of Nutrition* (2002) 87 (2): S287-S291.
5. Domínguez AL *et al*. An Overview of the Recent Developments on Fructooligosaccharide Production and Applications. *Foods and Bioprocess Technol.* (2014) 7: 324-337.
6. Ganaie MA, Lateef A y Gupta US. Enzymatic trends of fructooligosaccharides production by microorganisms. *Appl Biochem Biotechnol* (2014) 172: 2143–2159.
7. Vega R y Zúniga Hansen ME. Enzymatic synthesis of fructooligosaccharides with high 1-kestose concentrations using response surface methodology. *Bioresource Technology* (2011)102: 10180-10185.
8. Choi JM, Han SS, Kim HS. Industrial applications of enzyme biocatalysis: Current status and future aspects. *Biotechnol Adv*. (2015) 6. doi: 10.1016/j.biotechadv.2015.02.014.
9. Maiorano AE, *et al*. Microbial production of fructosyltransferases for síntesis of pre-biotics. *Biotechnol Lett* (2008) 30: 1867–1877
10. L'Hocine L *et al*. Purification and partial characterization of fructosyl transferase and invertase from *Aspergillus niger* AS0023. Journal of Biotechnology (2000) 121: 73-84.
11. Yun JW and Song SK. Enzymatic Production of Fructooligosaccharides from Sucrose. Methods in Biotechnology, Vol. 10: Carbohydrate Biotechnology Protocols (1999) Edited by: C. Bucke © Humana Press Inc., Totowa, NJ.
12. Vega R y Zúniga Hansen ME. Potential application of commercial enzyme preparations for industrial production of short-chain fructooligosaccharides. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* (2012)76 44– 51.
13. Pérez ER, *et al*. Método de obtención de 1-kestosa. *Patente WO* 2014/044230 A1.
14. Kovács Z, *et al*. Recent Developments in Manufacturing Oligosaccharides with Prebiotic Functions. Adv Biochem Eng Biotechnol (2013). DOI: 10.1007/10_2013_237 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
15. Nishizawa K, et al. Crystalline 1-kestose and process for preparing the same. *Patent* (2002) US6479657 (B1).

ALIMENTO ANIMAL

PRODUCCIÓN DE ENZIMAS CELULASAS POR LA CEPA *TRICHODERMA VIRIDE M5-2* EN BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

PRODUCTION OF ENZYMES CELLULASE BY STRAIN TRICHODERMA VIRIDE M5-2 IN SUGAR CANE BAGASSE

Valiño-Cabrera E[1]*, Elías A[1], Dustet-Mendoza J[2] y Albelo Dorta N[1].

[1]Departamento de Fisiología y Bioquímica, Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
[2]Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Calle 127 s/n Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.
* evalino@ica.co.cu

RESUMEN

Se empleó la cepa mutante *Trichoderma viride M5-2* para validar su utilización como hiperproductora de enzimas celulasas en bagazo de caña de azúcar fresco y tratado con Ca $(OH)_2$, en un biorreactor de fermentación en estado sólido. Se realizó tres fermentaciones a escala de banco con fraccionamiento de la fibra a la muestra sólida y a la fracción soluble, y actividad celulolítica. Se determinó que el uso de la cepa T. viride M5-2 como inóculo en bagazo permite obtener productos con una mejor calidad nutritiva, con aumento de la digestibilidad en un 10% y disminución de la fibra. La introducción de la agitación en el biorreactor, permitió obtener un producto con 11% de PV, disminución de 6% de celulosa, 11% de hemicelulosa con AE igual 27 UI/gMS y un aumento de la digestibilidad del 20%, lo cual representa una opción de utilización de bagazo con destino a la alimentación animal.
Palabras claves: Fermentación, Trichoderma viride, celulasas, bagazo, biorreactor

ABSTRACT

The mutant strain Trichoderma viride M5-2 was used to validate its use as a producer of cellulase enzymes in fresh sugar cane bagasse treated with Ca (OH) 2 in a solid state fermentation bioreactor. Three bench scale fermentations were performed with fractionation of the fiber to the solid sample and to the soluble fraction, and cellulolytic activity. The use of the T. viride strain M5-2 as an inoculum in bagasse was determined to obtain products with a better nutritional quality, with an increase of the digestibility by 10% and decrease of the fiber. The introduction of the agitation in the bioreactor allowed obtaining a product with 11% of PV, decrease of 6% of cellulose, 11% of hemicellulose with AE equal to 27 IU / gMS and an increase of the digestibility of 20%, which represents An option to use bagasse for animal feed.
Keywords: Fermentation, *Trichoderma viride*, cellulases, bagasse, bioreactor

INTRODUCCIÓN

La bioconversión de sustratos sólidos orgánicos en productos útiles ha sido empleada durante siglos, mucho antes de que se tuviese conocimiento acerca de los procesos microbiológicos, bioquímicos y bioingenieriles involucrados. Actualmente se han desarrollado las investigaciones en este sentido, ya sea con el objetivo de optimizar las tecnologías previamente conocidas o crear nuevas tecnologías para lograr la máxima utilización de los desechos sólidos orgánicos en la producción de alimentos, forrajes, combustibles, fertilizantes y la obtención de productos de crudos enzimáticos como suplemento animal. Investigadores del ICIDCA (1990), proponen dos variantes tecnológicas para el enriquecimiento proteico de residuos de la cosecha cañera empleando como

inoculo cepas de hongos filamentosos pertenecientes al género *Aspergillus*; el producto obtenido por las dos variantes de fermentación: *RECASEN 1* y *RECASEN 2*, con y sin adición de miel al sustrato original, que contienen 6 y 9 % de proteína, respectivamente (Bambanaste, 1998). A partir de este producto hidrolizado y utilizando una cepa de hongo mutante *T. viride M5-2* inducida en el Instituto de Ciencia Animal, hiperproductora de enzimas celulasas y polifenoloxidasa sería posible permitiría aumentar el grado de biotransformación y obtener un producto rico en proteína con reducción importante en el contenido de fibra. De ahí que el objetivo del presente trabajo fue emplear la cepa mutante *Trichoderma viride M5-2* para validar su utilización como hiperproductora de enzimas celulasas en bagazo de caña de azúcar fresco y tratado con Ca $(OH)_2$, en un biorreactor de fermentación en estado sólido, con fines de ser utilizada para obtener productos biotransformados para alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de fermentación. Se utilizó un biorreactor cilíndrico de 300 mm de diámetro y 600 mm de. El biorreactor se cargó inicialmente con un kilogramo de bagazo de caña de azúcar, al 70 % de humedad. La aireación comenzó a suministrarse a la masa de bagazo a razón de 15 L/min. kg de sólido seco (11 L/min) y fue controlada entre este valor y 22 L/min. kg de sólido seco (18 L/min). Se utilizó para la agitación de la masa a fermentar un aditamento en forma de espiral.

Dinámica de fermentación en estado sólido en el biorreactor .Variante de fermentación I: Al bagazo de caña de azúcar fresco, sin esterilizar. Se le inoculó el volumen correspondiente a un concentración final de 15 x 107 ufc/ml del hongo T. viride M5-2. Se adicionó una solución de minerales cuya concentración se correspondió con el requerimiento nutritivo reportado en la literatura para hongos conidiales El tiempo de fermentación fue de 120 hrs a una temperatura de 30^0 C, Variante de fermentación II: Se utilizó bagazo de caña de azúcar hidrolizado con hidróxido de calcio al 5%. Se le inoculó el volumen correspondiente a una concentración final de 15 x 10^7 ufc/ml del hongo T. viride M5-2. El sustrato para fermentar no se esterilizó y la Variante de fermentación III: Las mismas condiciones pero colocando el aditamento de agitación mecánica.

El fraccionamiento d ela fibra se realizó por Van Soest 1991.El análisis de materia seca y humedad se determinó según A.O.A.C., (2005). Determinaciones enzimáticas: Mandels et al, 1976.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de producción de celulasas en bagazo de caña de azúcar fresco en un biorreactor de fermentación sólida. La proteína verdadera se incrementó en un 3 % con respecto al control sin inocular y se logró una producción de enzimas celulasas sobre este sustrato heterogéneo de 16.2 y 8.82 ufc/gMS de CMC asa y PFasa respectivamente. Estos valores son aceptables si se toma en consideración que la productividad en estos sistemas de fermentación sólida en biorreactores depende de muchos factores como el propio microorganismo (Valiño et al, 2011; Valiño et al 2015). Las experiencias realizadas para el análisis de la fibra del bagazo fresco fermentado en el biorreactor donde se expresan los cambios producidos en los valores iniciales del sustrato, se puede observar una disminución significativa con respecto al control ($p<0.001$) de 3.01 unidades porcentuales en celulosa, el producto final mejoró en 10 unidades porcentuales, en la DMO lo cual representa un importante resultado debido a que no se le realizó tratamiento previo.

Cinética de producción de celulasas en bagazo de caña de azúcar hidrolizado con Ca $(OH)_2$ en biorreactor de fermentación sólida. La actividad celulolítica en el biorreactor con la cepa M5-2 fuera 1.67 y 0.68 veces más para CMCasa y PFasa respectivamente, lo cual representa 27.09 y

16.02 UI/gMS de valor enzimático en comparación a la producción obtenida en bagazo fresco Rosyidaa et al 2015, Sindhu et al (2016). Los perfiles de fermentación con bagazo hidrolizado en el biorreactor indicaron que la cepa *T. viride* M5-2 es eficiente en la degradación de este sustrato. Fue notable el aumento de la PV en cuatro unidades porcentuales con respecto al control ($p<0.001$), el valor alcanzado en 96 hrs (5.51%) supera en un 2% al obtenido en la fermentación del bagazo fresco. Por otro lado existe una importante reducción en la FND de 11.05 unidades porcentuales y al aumento en 11.07 unidades porcentuales en la DMO.

Cinética de producción de celulasas en bagazo de caña de azúcar hidrolizado con agitación en el biorreactor. La proteína soluble mostró un aumento 6.4 veces con respecto al control obteniendo la máxima biomasa a las 96hrs, con 6.5 mg/gMS. Se obtuvo un valor de PV de 10.53 % que representa un 84% de relación PV/PB a las 96hrs. El análisis bromatológico al producto obtenido luego de la fermentación (Tabla 1) determinó una disminución de aproximadamente 5% de la fibra, la FND disminuyó 14.9 unidades porcentuales en correspondencia a la cantidad de hemicelulosa utilizada. La celulosa, por otra parte, disminuyó 6.25 unidades porcentuales.

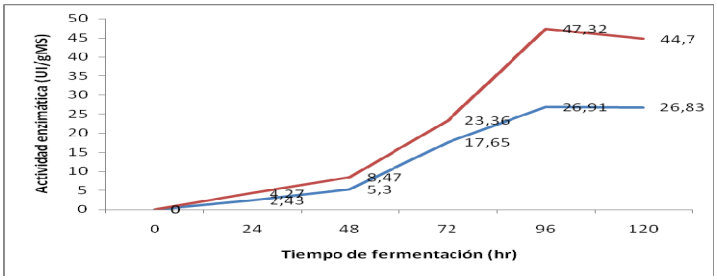


Fig. 1 Dinámica de producción de enzimas CMCasa y PFasa por la cepa T. viride M5-2 en bagazo de caña hidrolizado agitado en biorreactor de Fermentación en Estado Sólido.

La introducción de la agitación como variante tecnológica a escala de banco permitió obtener un producto con una digestibilidad de la materia orgánica de 66% aproximadamente, lo que representa un 20% más digestible en comparación al control, lo que representa una opción más de utilización de residuos de la industria azucarera con tecnologías acabadas con destino a la alimentación animal.

Tabla 1.Valores máximos obtenidos en los indicadores de fibra del bagazo de caña hidrolizado e inoculado con la cepa T. viride M5-2 en el biorreactor de fermentación en estado sólido con agitación.

Indicadores (%)	Bagazo de caña hidrolizado	96 horas de fermentación
Fibra Detergente Neutro (FND)	90.95 - 90.98	76.76 - 76.79
Fibra Detergente Ácido (FAD)	59.88 - 59.89	56.44 - 57.03
Celulosa	47.49 - 48.00	41.24 - 41.52
Hemicelulosa	31.07 - 31.11	21.15 - 21.26
Digestibilidad Materia Orgánica (DMO)	45.23 - 45.43	65.21 - 66.39

Conclusiones

Se determinó que el uso de la cepa *T. viride M5-2* como inoculo en bagazo fresco e hidrolizado permite obtener productos con una mejor calidad nutritiva como alimento para animales monogástricos con aumento de la digestibilidad en un 10% y disminución de la fibra entre un 5 y un

10%. La introducción de la agitación en el biorreactor como variante tecnológica, permitió obtener un producto con un contenido proteico de 11% aproximadamente, con una disminución de un 6% en la celulosa, 11% de hemicelulosa debido a una actividad celobiohidrolasa de 27 UI/gMS y un aumento de la digestibilidad del bagazo en un 20%, lo cual representa una opción más de utilización de residuos de la industria azucarera con destino a la alimentación animal.

REFERENCIAS

AOAC 2005. Official methods of analysis, Arlington, Virginia, USA.

Bambanaste, R. 1998. Alimento animal base PREDICAL. En V Congreso Internacional sobre azúcar de la caña. La Habana, Mayo, 26-29.

ICIDCA (Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar) 1990 Bagazo. En: Manual de los derivados de la caña de azúcar. De GEPLACEA /PNVD. Serie diversificación, 47-52.

Mandels, M. Andreotti, R. E. and Roche, C. 1976. Measurement of scarifying cellulose. Biotechnol. Bioeng. Symp. 6:1471-1493.

Rosyidaa VT, Indrianingsiha A Wi, Maryanaa R, Wahono S K. 2015. Effect of Temperature and Fermentation Time of Crude Cellulase Production by Trichoderma reesei on Straw Substrate Energy Procedia 65 368 – 371.

Sindhu R, Binod P, Pandey A. 2016 Biological pretreatment of lignocellulosic biomass – An overview Bioresource Technology, V199, P76-82.

Valiño E C, Ibarra A, García Y, Izquierdo E and Dustet J. C. 2011. Description of the sugarcane bagasse fermentation by Trichoderma viride M5-2 in a static bioreactor through a phenomenologic model. Cuban Journal of Agricultural Science, 45: 3. 267.

Valiño E, Elías A, Rodriguez M y and Albelo N. 2015. Evaluation using Fourier Transformed-infrared spectroscopy (FT-IR) of biodegradation by the strain Trichoderma viride M5-2 from the cell walls of sugarcane (Saccharum officinarum Lin) bagasse pretreated. International Journal of Chemical and Biomolecular Science. 1:3- 140.

Van Soest P, Robertson J B, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE INSTALACIÓN FLEXIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO ANIMAL
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF FLEXIBLE PLANT FOR A FEEDSTUFF PRODUCTION

Autor (es): Costales R. y Bravo C, et al.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
e-mail raul.costales@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Los sistemas pecuarios en la mayoría de los países y también en Cuba tratan de incorporar materias primas en la elaboración de alimentos que permitan suplir la carencia de nutrientes naturales, remarcados por la incidencia de factores climáticos, económicos o de infraestructura, que no permiten sostener el desarrollo de los rebaños.

El proyecto se plantea producir alimentos a partir de subproductos o residuales de la industria aprovechando sus aportes independientes para obtener formulados de valor agregado tanto para monogástricos como rumiantes, revalorizando a su vez las instalaciones existentes, proteína vía saccharomyces y el bagazo hidrolizado conjuntamente con el empleo de vinazas para maximizar el impacto de sus producciones y resultados, entre ellos económicos.

Se encuentra concluido el proyecto tecnológico y la enunciación de diferentes formulados líquidos que ya se encuentran en fase de estudio.

PALABRAS CLAVE: alimento animal, formulados, residuos y residuales.

ABSTRACT

Livestock systems in most countries and also in Cuba try to incorporate raw materials in the elaboration of foods that allow supplying the lack of natural nutrients, highlighted by the incidence of climatic, economic or infrastructure factors, didn’t allow sustaining the development of herds.

The project proposes to produce from by-products and residues taking advantage of their independent contributions to obtain value-added formulations for both monogastrics and ruminants, in turn revalorizing existing facilities, protein via saccharomyces and hydrolyzed bagasse in conjunction with the use of distillery sludge’s in order to maximize the impact of productions and results, including economical ones.

The technological project and the enunciation of different liquid formulations already under study are concluded.

KEY WORDS: livestock, formulated, residues and wastes, distillery sludge’s.

INTRODUCCIÓN

La alimentación animal en Cuba, como en el resto de los países del mundo, requiere de tecnologías que incorporen una variada gama de alimentos básicos complementados y/o suplementados con otros productos, de modo que se logre un adecuado balance en el aporte de nutrientes que satisfaga los requerimientos de las distintas especies y categorías de animales. Prácticamente ninguna fuente de alimentos es capaz de aportar por sí misma todos los nutrientes que requieren la mayoría de las especies animales.

Los objetivos principales estriban en lograr el desarrollo tecnológico de una instalación flexible que permita obtener formulados líquidos para la alimentación animal [(1)], a partir de bagazo hidrolizado, bagacillo subproductos o residuales en forma líquida que se aprovecharán en mayor o menor grado de concentración, aprovechando sus diferentes aportes y efectos, para obtener productos de mayor valor agregado para producir o complementar según el caso dietas para diferentes tipos de rebaños, con énfasis en el aprovechamiento de equipos o instalaciones fabriles existentes que las revaloricen y a su vez impliquen los menores costos de inversión posibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ingredientes posibles de incorporar en las producciones dentro del contexto del estudio son como siguen: Mieles finales e intermedias de caña

- Vinaza de destilería
- Levadura Saccharomyces
- Levadura torula
- Urea
- Bagacillo
- Bagazo
- Agua Amoniacal, amoniaco
- Otras

Los procedimientos para la determinación de las composiciones están sustentados en la caracterización actual de cada uno de los ingredientes, los límites de inclusión particulares según especie y propósito del alimento [(2)].

Los componentes fibrosos pueden adoptar dos procesos ampliamente implementados; el primero se refiere a las mezclas con bagacillo extraído del bagazo como masa residual del procesamiento de la caña de azúcar, en forma natural a la usanza de la producción de miel urea bagacillo (MUB) y el segundo se sustenta en la hidrolisis del bagazo como medio de incremento de la digestibilidad por medio físico [(3)]. En ninguno de estos casos se realiza aporte de conocimiento por la antigüedad de los procedimientos.

Los principales beneficios esperados se sustentan en la aplicación de sistemas de ingeniería que permitan no solo alcanzar las capacidades de producción esperadas para cada módulo (bagazo hidrolizado, miel urea bagacillo y concentración y almacenamiento de la levadura) así como el incremento de la calidad de los productos con beneficio tanto para monogástricos (soluciones liquidas) como también para rumiantes (soluciones mixtas de los sólidos examinados con los complementos líquidos formulados).

En sentido general se manifiesta desde el punto de vista ingeniero como un polo multipropósito que sostiene la producción de:

- Miel urea a diferentes concentraciones.
- Miel urea bagacillo.
- Formulados líquidos.
- Miel urea bagacillo.
- Bagazo hidrolizado.
- Bagazo Hidrolizado formulado.

Desde el punto de vista inversionista, solo se analiza el completamiento de las estaciones de formulación existentes y la reubicación del módulo de hidrólisis para favorecer el procedimiento y manipulación del mismo, así como también mejorar las condiciones de explotación y almacenamiento del hidrolizado, elementos que han desfavorecido la implementación de este proceso como uno de los mejores procesos a los cuales se puede aspirar en Cuba para el incremento de la digestibilidad de fracciones de difícil asimilación como son los materiales lignocelulósicos.

La tablas No I, II y III muestran resumidamente las composiciones bromatológicas de los ingredientes líquidos más frecuentados en el país para formulaciones encaminadas a este fin. Por su parte en la IV se muestra una caracterización del bagazo hidrolizado contemplado a incluir para formulaciones para bovinos. Otras producciones pueden realizarse conjuntamente con bagacillo a la usanza de la MUB.

Tabla I. Composición físico química de los ingredientes líquidos.

Ingrediente	MS	PB (%BH)	CZ	% Ca	% P	pH
Vinaza	3,20	0.39	24,0	5,1	0,20	4.3
Crema Saccharomyces	12,70	4,38	21,0	3,20	1,03	4.9
Miel final	80,00	2,10	11,0	1,38	0,09	5.6

Tabla II. Caracterización de las vinazas de destilerías activas (2008 – 2012).

Método de Ensayo	Unidad	Valores promedios de las muestras de las destilerías			
		Antonio Guiteras	Héctor Molina	Jesús Rabí	Melanio Hernández
DQO	mg/l	53665	54670	45571	46970
DBO	mg/l	20536	25000	24218	21875
pH	-	4.39	4.04	4.60	5.03
Conductividad	mS/cm	18.44	12.70	16.01	15.40
Nitrógeno	mg/l	525	757	1260	718
Fósforo	mg/l	58.09	34.49	151.45	-
Cloruros	mg/l	12.97	-	-	-
Sodio	ppm	380	390	-	180
Potasio	ppm	3700	3375	3219	540
Calcio	ppm	1300	1110	1250	300
Sulfatos	mg/l	223.11	119.52	1574	-

Tabla III. Composición de levadura Saccharomyces base fresca según datos obtenidos del IIP 2009.

% PB	%FB	EE	ED	%Ca	% P	%K	CZ
30.90	0,94	1.20	15,39	0.12	1.40	1.75	4,30

Como parte de los ingredientes sólidos, se presenta el caso del hidrolizado de bagazo como composición fundamental de los formulados mixtos y que se incluye como uno de los ingredientes principales analizados a integrar hasta un 60% máximo [(4)]. Las características del mismo se presentan en la tabla IV.

Tabla IV. Características del bagazo hidrolizado

Determinación (%)	Bagazo	
	Natural	Tratado
Materia seca	48.31	44.32
Proteína bruta	1.86	1.67
Fibra bruta	45.09	34.45
Extractos no nitrogenados	48.06	54.25

Determinación (%)	Bagazo	
	Natural	Tratado
Celulosa	44.69	43.99
Hemicelulosas	22.91	-
Lignina en medio acido	14.89	15.06
Digestibilidad en vitro	35.31	64.82

El empleo del bagazo hidrolizado en el proyecto reviste una importancia fundamental no solo para las producciones estudiadas sino para introducir soluciones ingenieras que permitan el desarrollo de la misma a escala nacional como una de las vías más eficientes y económicas de incrementar la digestibilidad de las fracciones fibrosas a nuestra disposición procedentes de la industria azucarera (bagazo, bagacillo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto conceptual se encuentra concluido trabajándose actualmente en el estudio de viabilidad técnico económica para presentar la propuesta de inversión, sustentada en el cambio de ubicación de algunos objetos de obra, construcción de algunos elementos de almacenamiento y el emplazamiento de un almacén al aire libre para el enfriamiento y dosificación del hidrolizado según necesidades de la producción. Resulta importante señalar igualmente la necesidad de contar con equipos para el mezclado y carga del material.

La figura 1 muestra la composición de la planta para la formulación liquida que integra existencias de la miel urea bagacillo (MUB), mientras que en la 2 se destaca una aproximación a lo deseado para la estación de hidrólisis y recolección del producto entre ciclos de producción.

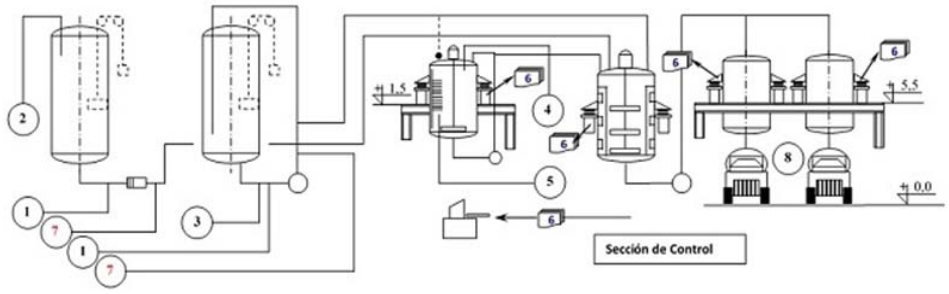


Fig. 1 Configuración de la planta de formulación.

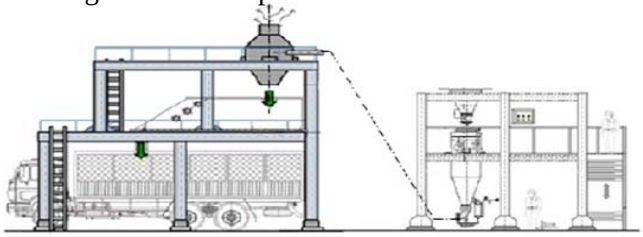


Fig. 2 Configuración de la planta de hidrólisis.

CONCLUSIONES

1. La concepción ingeniera de las soluciones que se aportan en el trabajo está sólidamente fundamentadas con experiencias prácticas del ICIDCA, por lo cual se pueden esperar soluciones a todos los problemas que se presentan en la UEBD Jesús Rabí para la cual se desarrolla el proyecto.
2. El empleo oportuno de los objetos de obra existentes contribuirá a la reducción del monto inversionista para lograr estas producciones.
3. Las nuevas condiciones operacionales posibilitarán incrementar la producción de bagazo hidrolizado, condición que permitirá impulsar el desarrollo de este programa que ha estado retardado no menos de 4 años por falta de resultados.

REFERENCIAS

(1) Costales, R., Bravo, C. et al. Informe parcial proyecto 611, ICIDCA, 2016.
(2) Bravo, C, et al. Informe parcial proyecto 611, ICIDCA, 2016.
(3) Costales, R. Ingeniería básica Planta para la Hidrolisis del Bagazo, ICIDCA, mayo de 2012.
(4) Sáenz, T., Costales, R. Estudio de factibilidad del “Programa de Bagazo Hidrolizado”. AZCUBA mayo de 2012.

ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO ANIMAL EN LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY
ALTERNATIVES OF PRODUCTION OF ANIMAL FOOD IN THE PROVINCE OF CAMAGÜEY

Autor (es): Oquendo, H. [1]*, Ramos, L[1]*, De Pedro, I.[2]*, Pérez, A[1, 3]*, Galindo, P. [1]*, González, E.[4]

[1]Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba
[2]Instituto de Proyectos Azucareros IPROYAZ, Cuba
[3]Universidad Estatal Amazónica, Ecuador
[4]Universidad Central Martha Abreu de Las Villas
* e-mail (hilda.oquendo@reduc.edu.cu)

RESUMEN

Se evalúan alternativas de plantas de alimento animal, que permitan atenuar el déficit en cantidad y calidad nutricional en la provincia de Camagüey. Se evaluó añadir un módulo a la planta de miel-urea-bagacillo, de manera que también se pueda producir BAGAMÉS, producto enriquecido con proteína unicelular, con mejores posibilidades de transportación y conservación durante todo el año. Se ofrece la distribución en planta con las modificaciones realizadas. Se realizó un estudio de macrolocalización, aplicando la programación lineal para determinar el costo mínimo de transporte. Se realizó un estudio de las capacidades productivas considerando la incertidumbre financiera y en la demanda, demostrándose que con las capacidades instaladas hay un déficit muy grande de alimento animal. La inversión se recupera en el primer año y los indicadores VAN, TIR y RVAN tienen un comportamiento favorable. Se propone realizar estudios inversionistas de alternativas de alimento animal para aprovechar toda la biomasa agroindustrial existente.
PALABRAS CLAVE: alimento animal, macrolocalización, distribución en planta, capacidad de producción.

ABSTRACT

We evaluate alternatives of animal food plants, which allow reducing the animal feed deficit in the province of Camagüey. It was evaluated adding a technological module to the installed plant of molasses-urea-bagasse in order to produce BAGAMÉS too. This product is enriched with unicellular protein and has more possibilities of transportation and conservation throughout the year. A macro localization study was carried out, applying the linear programming for determining the minimum transport cost. A study of the productive capacities was made considering the financial and demand uncertainty, demonstrating that under the installed capacity there is a high animal feed deficit in the province. The investment is recovered in the first year and the economic indicators have an adequate results. It´s proposed to carry out invesmentr studies on animal feed alternatives to take advantage of all the agro-industrial biomass.
KEY WORDS: Animal feed, macro localization, plant distribution, production capacity

INTRODUCCIÓN

En Cuba, los residuos de la industria azucarera se han utilizado comúnmente, de forma natural o procesados, en la alimentación animal y se han desarrollado numerosas investigaciones que han permitido obtener productos enriquecidos proteicamente por Fermentación en Estado Sólido (FES) como la Saccharina[1], el Bagarip[2] y el BAGAMÉS[3]
El BAGAMÉS es un alimento para animales obtenido por una tecnología no contaminante que permite un uso más integral de los derivados industriales de la caña de azúcar, tiene la posibilidad de incluirlo en cantidades apreciables en la alimentación de animales monogástricos y como suplemento para rumiantes obteniendo mayores producciones de carne, huevo y leche.

La provincia tiene un alto déficit de alimento animal por lo que se necesita buscar alternativas de producción de plantas, aprovechando capacidades existentes, considerando la incertidumbre y con distribuciones en planta eficientes para obtener mayores volúmenes de producción, con más calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio consiste en hacer modificaciones a las plantas de alimento animal existentes de miel – urea – bagacillo, para producir un alimento enriquecido con proteína unicelular, más competitivo y se consideraron para la realización de las transformaciones, las plantas ubicada en Siboney y Batalla de las Guásimas por estar en el centro de las empresas ganaderas de la provincia.
El cálculo de la capacidad de la planta se realizó en función de la capacidad del equipo de fermentación sólida y de secado, según el método desarrollado [3] y se tuvieron presente las condiciones de diseño [4].
Se realizó un estudio de macrolocalización para determinar la distribución óptima de materias primas: de las empresas azucareras a las plantas de alimento animal y del producto terminado (alimento animal) hacia las empresas ganaderas consumidoras. Se empleó el método del costo mínimo de transporte por programación lineal mezclada con enteros y se empleó el SOLVER del EXCEL. El problema de optimización quedó formulado según [5] y los costos de transportación de miel y producto terminado se obtuvieron a partir de Resolución 660/2015 y la Resolución 659/2015 de Finanzas y Precios [6, 7].
Para determinar la capacidad considerando la incertidumbre en la demanda del alimento se utilizó el método de estimación de capacidades considerando la incertidumbre en la demanda [5, 8].
Se propone como alimento el BAGAMÉS, que es un alimento para animales que se obtiene por fermentación en estado sólido de una mezcla de cachaza y miel final, soportada en bagazo, previamente tratado química y/o físicamente o tamizado; el medio nutritivo lo completan un mínimo de fuentes de nitrógeno y fósforo. Como inóculo se utiliza, fundamentalmente, una cepa de levadura reconocida en la producción de alimentos. Las materias primas utilizadas en la producción de BAGAMÉS son producidas casi todas en la industria azucarera, excepto la urea y las sales de fosfatos que son de importación por lo que se incurre en costos mínimos en importaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un levantamiento de las plantas de alimento animal de miel-urea-bagacillo activas en la provincia. Tienen una capacidad nominal de 3 t/h (72 t/d, durante la zafra), además de que no satisface la demanda, tiene un alto % de humedad, es difícil de transportar y es poco duradero (24 a 48 h). Se determinó que la capacidad de la planta para producir BAGAMÉS, con las modificaciones propuestas, es de 32.93 t/d de producto seco, con un mayor valor agregado, enriquecido proteicamente, de mayor calidad y de más fácil transportación y conservación durante todo el año[3].
Según la solución del problema de macrolocalización las plantas de alimento animal tienen una producción muy por debajo de la demanda.
Se obtuvo el modelo y = 49,125x + 2990,7 para la proyección de la demanda de alimento animal. Se determinó la capacidad de la planta considerando la incertidumbre en la demanda de alimento y financiera [8, 9], según se muestra en la tabla I.

Tabla I. Capacidades de producción considerando la incertidumbre

	Unidad	***Demanda inicial no nula sin sobrediseño***			***Fórmulas***
Interés financiero	-	0,12	0,15	0,18	Sin sobrediseño
Pendiente	-	49,13	49,13	49,13	
Capacidad Inicial	t/d	3400,1	3248,2	3193,6	Ci = b1/i + bo
Primera ampliación	años	8,3	5,2	4,1	θ = (Ci–b0)/b1
Capacidad de la ampliación	t/d	409,4	327,5	272,9	C*=b1/i
Total	t/d	3809,5	3575,7	3466,5	Ct = Ci + C*

Como se aprecia la necesidad de alimento animal está por encima de las 3000 t/d.
La nueva planta se basará en el mismo principio de distribución agregando los siguientes equipos:

1. Sinfín de alimentación de urea y sales.
2. Biorreactor
3. Elevador de cangilones para la cachaza
4. Tolva para cachaza
5. Intercambiador de calor
6. Fermentador de tambor rotatorio
7. Sinfín
8. Ventilador de tiro inducido.
9. Sinfín compactador
10. Tolva

La nueva distribución en planta sigue una distribución en S, garantizando la continuidad del proceso, un mínimo recorrido de las materias primas, la producción en proceso y el producto terminado. Garantiza las ventajas de una adecuada distribución [10]. Las modificaciones realizadas se aprecian en la Fig.1 y garantiza flexibilidad en la tecnología de manera que se pueda producir uno u otro alimento, en dependencia de las posibilidades y la demanda.

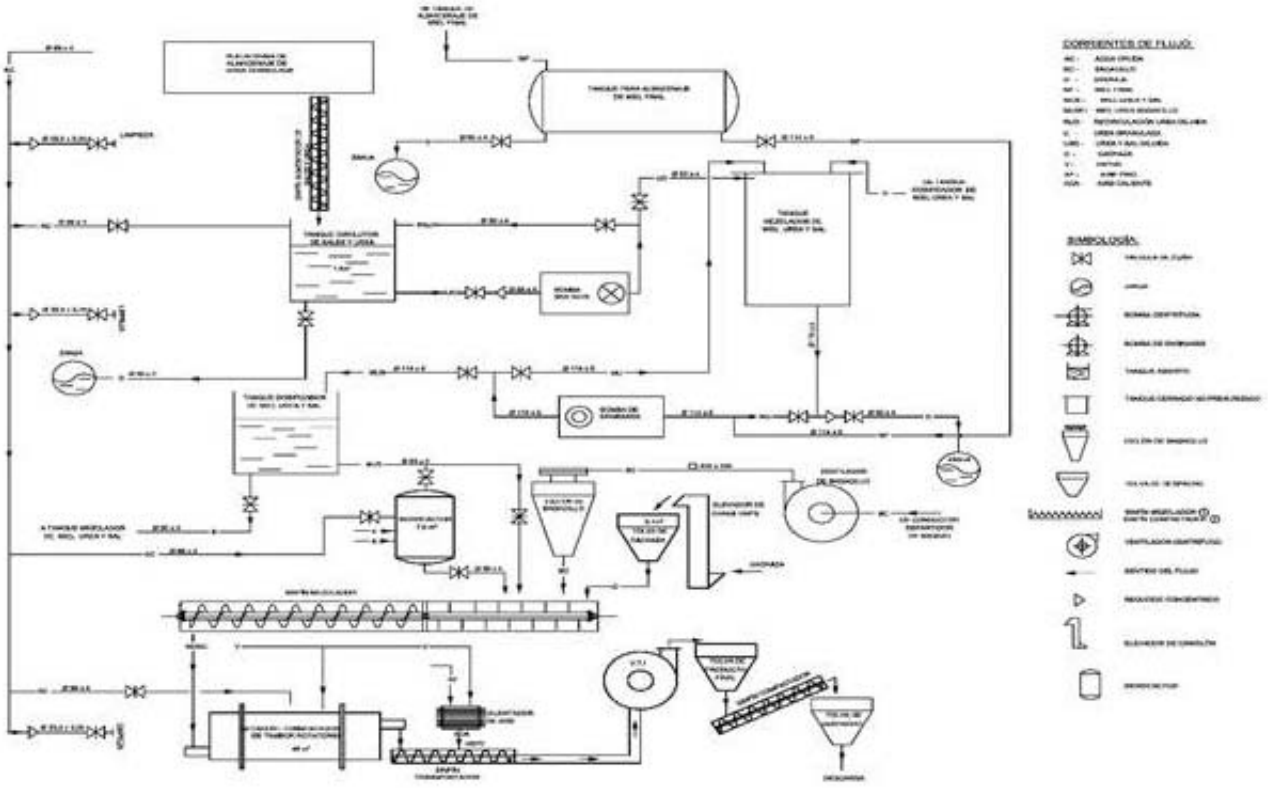


Fig. 1 Distribución en planta de las modificaciones realizadas

Se realizó la evaluación económica, para las modificaciones propuestas. Los costos de inversión son:

Equipamiento	$ 42582.48
Construcción y montaje	$ 15681,34
Total	**$ 58263.85**

Se utilizó un costo de producción de 89.69 $/t y un precio de venta de 150 $/t, 150 días al año de trabajo.
Como resultados se obtienen los siguientes:

VAN ($)	940347,37
TIR	5,11
RVAN	16,14
PRD	< 1 año

CONCLUSIONES

1. Los estudios de macrolocalización y de capacidades en condiciones de incertidumbre realizados, muestran que existe un alto déficit de alimento animal en la provincia y se propone como otra alternativa, modificar las plantas de miel-urea-bagacillo para producir también BAGAMÉS, producto con buenas características nutricionales y que además presenta facilidades de transportación y conservación durante todo el año.
2. La inversión para realizar las modificaciones propuestas a la planta de miel urea bagacillo, se recuperan en el primer año debido a que se aprovechan las capacidades existentes y los indicadores de eficiencia VAN, TIR y RVAN tienen un comportamiento favorable.
3. Se hace necesario realizar estudios inversionistas de alternativas de alimento animal para procesar toda la biomasa agroindustrial que actualmente se desaprovecha y que puede emplearse para estos fines.

REFERENCIAS

1. Elías AL. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido. Rev Cubana de Ciencias Agrícolas. 1990;24(1): 1-11.
2. Pedraza R. Bagazo rico en proteína (bagarip). Alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido. Revista de Producción Animal. 2000;12:45 -51.
3. Julián MC. Diseño tecnológico de una planta para el enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar. Camagüey, Cuba: Universidad de Camagüey.; 2008.
4. Pérez-Martínez A, Cervantes-Mendieta E, Julián-Ricardo M, González-Suárez E, Gómez-Atanay A, Oquendo-Ferrer H, et al. Procedimiento para enfrentar tareas de diseño de procesos de la industria azucarera y sus derivados. Revista mexicana de ingeniería química. 2012;11(2):333-49.
5. Oquendo H, Parra Gutiérrez C, González Suárez E. Aplicación de la programación lineal para determinar la macrolocalización de una planta de alcohol en la provincia de Camagüey. Revista Centro Azúcar. 2001;28(2):23-6.
6. Tarifas máximas en pesos cubanos (CUP) y su componente en pesos convertibles (CUC) para el servicio de transportación de carga por ferrocarril. , (2015).
7. Tarifas máximas en pesos cubanos (CUP) y su componente en pesos convertibles (CUC),para el servicio de transportación de carga general en camiones., (2015).
8. Rudd DF, Watson CC. Strategy of process engineering: Wiley; 1968.
9. Oquendo Ferrer H, González Suárez E, Ley Chong N, Nápoles García MF. Cálculo de capacidades de producción iniciales Óptimas considerando elementos de incertidumbre. Centro Azúcar. 2016;43(2):24-34.
10. Muther R, Maynard HB, Rabada CC. Distribución en planta: Hispano Europea; 1965.

MODELO MACROSCÓPICO DE CRECIMIENTO, EN UN MEDIO CON BASE EN SACAROSA, DE UNA BACTERIA PROBIÓTICA EMPLEADA EN LA CRÍA DE POST-LARVAS DE CAMARONES

MACROSCOPIC GROWTH MODEL, IN A SUCROSE-BASED MEDIUM, FOR A PROBIOTIC BACTERIUM USING ON REARING OF SHRIMP POSTLARVAE

[1]Rizo-Porro, M[*], [2]González-Fernández, N, [1]Ramos-Sánchez, LB

[1]Universidad de Camagüey, Facultad de Ciencias Aplicadas, Dpto. Ing. Química.
[2]Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Camagüey, Grupo de Desarrollo Tecnológico.
* e-mail mariela.rizo@reduc.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se desarrolló un modelo macroscópico de crecimiento en un medio con base en sacarosa de la bacteria *Bacillus licheniformis*, C-232, con actividad probiótica en el camarón *Litopenaeus vannamei.* La modelación matemática de la cinética del proceso se realizó sin y con limitación por oxígeno. Bajo las primeras condiciones fueron obtenidos los modelos que describen la influencia del pH y la temperatura en los parámetros cinéticos no asociados al consumo del oxígeno y se identificaron los valores de pH y temperatura que incrementaban la velocidad de crecimiento. En condiciones de limitación se modeló la transferencia oxígeno en cultivos no newtonianos y se determinaron los parámetros cinéticos asociados al consumo de este nutriente. El modelo macroscópico obtenido fue validado empleando variables de operación diferentes a las utilizadas para la obtención de los parámetros del mismo.
PALABRAS CLAVE: *Bacillus licheniformis,* cinética microbiana, modelo macroscópico, modelación matemática, parámetros cinéticos

ABSTRACT

A macroscopic growth model in a sucrose-based medium for a probiotic bacterium was developed in this work. The mathematical modeling of the process kinetic was made without and with oxygen limitation. The models which describe the influence of the pH and the temperature in the consumption oxygen non-associated parameters was obtained under the first conditions. Also, the pH and the temperature values that increase the growth rate were identified. A mathematical model for the oxygen transfer in non-newtonian broths was developed under oxygen limitation. The oxygen associated kinetic parameters were obtained. The developed macroscopic model was validated at values of the operation variables different from the used in its developing.
KEY WORDS: *Bacillus licheniformis,* macroscopic model, mathematical modeling, microbial kinetic, kinetic parameters

INTRODUCCIÓN

Debido a la complejidad de las células un modelo cinético de crecimiento que intente contemplar todos los fenómenos que ocurren en su interior, es imposible de formular o de muy poca aplicación práctica dada la gran cantidad de información que requeriría. Por lo tanto, el camino escogido es el de efectuar una serie de suposiciones que permitan una simplificación del problema, pero al mismo tiempo permitan obtener una representación útil de la cinética de crecimiento de una población celular. En función del grado de aproximación adoptado se obtendrán modelos más complejos o más simples (1-4). El modelo no estructurado no segregado es el más sencillo y no por simple ha dejado de tener utilidad práctica pues en realidad la mayoría de los productos de tercera generación y de las tecnologías de fermentación continuas han sido desarrollados con este tipo de modelos. Tal es el caso del modelo más comúnmente utilizado,

conocido como ecuación de Monod (5) que describe el crecimiento celular en función de la disponibilidad de un sustrato limitante (1, 2, 6, 7).
Diversos modelos tanto estructurados como no estructurados se reportan en la literatura consultada para describir el crecimiento de diferentes microorganismos (1, 2, 6, 8). Sin embargo, cada microorganismo exhibe una dinámica de crecimiento diferente en relación con las condiciones ambientales en que se desarrolla, lo que presupone la necesidad de construir modelos específicos en función de estas condiciones. Por esta razón el objetivo de este trabajo se centró en modelar matemáticamente la cinética de crecimiento y consumo de sustratos de *Bacillus licheniformis*, C-232 en un medio con base en sacarosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de fermentación

Se realizaron tres fermentaciones a escala de tres litros empleando el medio de cultivo compuesto por 75 g/L de sacarosa y 40 g/L de extracto de levadura. Los parámetros de operación del fermentador fueron: agitación 4,17 s-1; aeración 1,5 L/min (0,5 vvm); temperatura 45 °C; pH controlado a 6,5 y presión absoluta igual a 101,3 kPa. Se inoculó una concentración inicial de biomasa igual a 0,3 g/L cultivada en el propio medio de fermentación. Se tomaron muestras cada una hora de cultivo y se realizó la determinación experimental de la concentración de biomasa, de sacarosa, de producto, la viscosidad aparente del cultivo y la concentración de oxígeno disuelta.

Técnicas analíticas

El crecimiento celular se determinó por espectrofotometría empleando una longitud de onda de 530 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Pharmacia Biotech). La concentración de biomasa seca se determinó por medio de una balanza de peso seco (Sartorius). La concentración de sacarosa en el sobrenadante de cultivo se determinó mediante el método espectrofotométrico del fenol sulfúrico a 488 nm. La determinación de la concentración de polisacárido en el sobrenadante del cultivo se realizó mediante la precipitación alcohólica descrita por Goto y Kunioka (9). La determinación de la viscosidad aparente se realizó en un viscosímetro (Brookfield DV-III-Ultra) a temperatura constante igual a 45 ºC. La concentración de oxígeno se midió empleando un electrodo polarográfico dentro del biorreactor.

Consideraciones para la modelación

Se empleó el modelo de Monod para describir la velocidad de crecimiento específica de la cepa. Se observó que existía una velocidad de crecimiento específica en función del oxígeno que seguía una cinética del tipo Monod por lo que la velocidad de crecimiento específica global del proceso debía plantearse en función de ambos sustratos. Se observó experimentalmente que probablemente en condiciones de limitación por oxígeno (inóculo) se produzca, asociada al crecimiento, una enzima que cataliza la formación de un producto que cuando desaparecen estas condiciones se degrada en el medio y que el producto de su degradación incrementa la viscosidad aparente del cultivo. En estas condiciones es consumido por la célula como un sustrato. La velocidad de degradación del producto está influenciada por la cantidad de este que viene en el inóculo y la concentración de sustrato en el medio, afectada por una constante empírica llamada kp. por lo que se plantea según la cinética mixta de Luedeking y Piret, pero con signo negativo. El aumento de la viscosidad aparente se consideró que estaba influenciado por la viscosidad que aportaba la concentración inicial de azúcares en el medio de cultivo puro y la resultante del crecimiento celular. El oxígeno solo es consumido para la formación de células y el mantenimiento celular. El valor de kLa se calculó mediante una ecuación previamente ajustada para esta cepa.

Ajuste de los parámetros cinéticos del modelo a la data experimental

Los datos experimentales se ajustaron al modelo propuesto empleando el método de búsqueda directa utilizando la subrutina patternsearch. La función objetivo empleada fue la minimización de la suma del cuadrado de los errores. Todos los cálculos fueron implementados en el programa Matlab (10).

Validación del modelo en la escala de 50 L

Se realizaron tres fermentaciones en la escala de 50 L empleando el medio de cultivo ya descrito y una agitación de 8,33 s-1 (500 rpm); aeración 50 L/min (1 vvm); 37 °C; pH 6,2; 101,3 kPa de presión y seis horas de fermentación. La concentración inicial de biomasa fue de 0,3 g/L.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los balances para la formación de células y consumo de nutrientes se muestran en la tabla I.

Tabla I. Modelo macroscópico de crecimiento de *B. licheniformis* en un medio con base en sacarosa

Ecuaciones de velocidad	Ecuaciones auxiliares
$\frac{dX_v}{dt} = \mu_{máx}\frac{S}{K_S+S}.\mu_{máxO}\frac{O}{K_O+O}.X_v - K_d.X_v$	$k_La = \alpha\left(\frac{P_g}{V_L}\right)^{\delta}.\vartheta_s^{\varepsilon}.\mu_a^{\varepsilon}$
$\frac{dX_d}{dt} = K_d.X_v$	$\mu_a = k_{eq}.0{,}4133.e^{0{,}0046.\vartheta_s} + k_{C_1}.X$
$\frac{dS}{dt} = -\left(\frac{\mu_{máx}\frac{S}{K_S+S}.\mu_{máxO}\frac{O}{K_O+O}.X_v - K_d.X_v}{Y_{X/S}} + m_S.X_v + kp.P.S\right)$	
$\frac{dP}{dt} = -(\alpha.\mu_{máx}\frac{S}{K_S+S}.\mu_{máxO}\frac{O}{K_O+O}.X_v - K_d.X_v + \beta.X_v)$	
$\frac{dO}{dt} = k_La(O^* - O) - \left(\frac{\mu_{máx}\frac{S}{K_S+S}.\mu_{máxO}\frac{O}{K_O+O}.X_v - K_d.X_v}{Y_{X/O}} + m_O.X\right)$	

Tabla II. Valores de los parámetros cinéticos ajustados a los datos experimentales para la cepa

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
$\mu_{máxO}$ [h^{-1}]	0,3748	m_O [h^{-1}]	0,0098
K_O [g/L]	0,2000	α [adim]	0,8014
$Y_{X/O}$[g/g]	5,7619	β [h^{-1}]	0,0689
$\mu_{máx}$ [h^{-1}]	1,8840	K_S [g/L]	0,0490
m_S [g/L]	0,4552	$Y_{X/S}$ [g/g]	0,7738
kp [$Lg^{-1}h^{-1}$]	0,0118	k_{C_1} [adim]	0,2122

El coeficiente de conversión de oxígeno en biomasa (5,76) pone de manifiesto la necesidad de lograr una elevada transferencia de oxígeno para el crecimiento celular. Este fenómeno hace que la demanda de oxígeno durante el cultivo sea grande lo que pudiera limitar el crecimiento a concentraciones elevadas de sustratos o de producto. Por su parte el aumento de la viscosidad aparente también puede dificultar los procesos de transferencia. La constante de mantenimiento celular en función del oxígeno sugiere que no existe una alta demanda de las células para cubrir sus necesidades básicas.

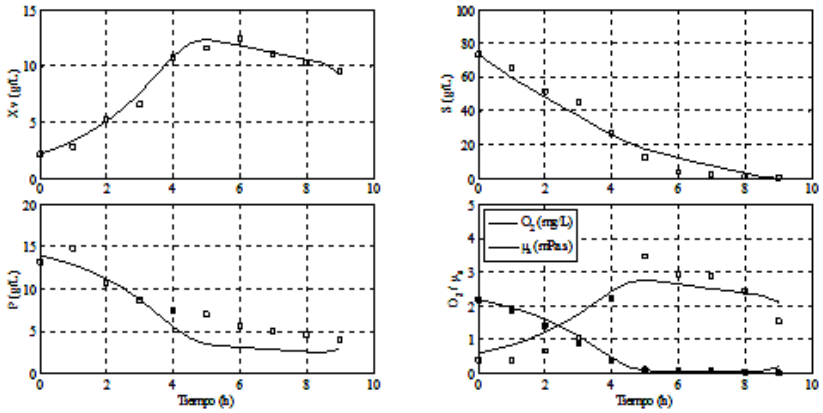


Figura 1. Variación en el tiempo de las concentraciones de biomasa, de la sacarosa, de la degradación del producto, de la concentración de oxígeno disuelto y de la viscosidad aparente en el biorreactor de 3 L. Las determinaciones experimentales de las concentraciones se representan con los símbolos □ ó ■. Los valores del modelo se representan con líneas continuas

En la figura 2 se muestra la validación del modelo a la escala de 50 L. Puesto que el valor de la probabilidad en el análisis de varianza realizado es menor que 0,05; existe una relación estadísticamente significativa tanto entre los valores de X, S y μ_a observados y los predichos por el modelo con un nivel de confianza del 95,0 %. El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica con precisión la variabilidad en los valores de X, S y μ_a observados por lo que puede ser empleado en la simulación de diferentes variantes productivas, así como en el escalado y optimización del proceso.

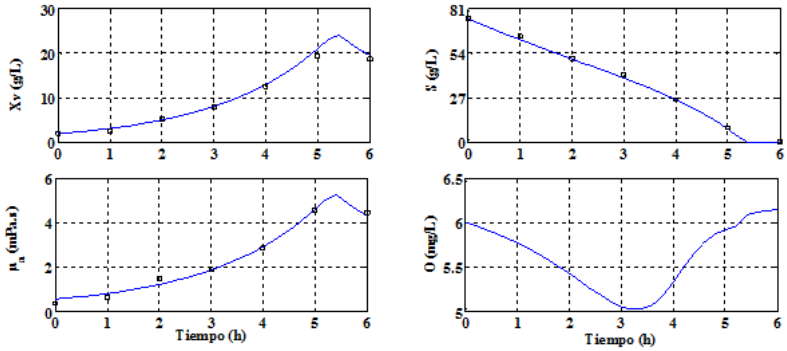


Figura 2. Variación en el tiempo de las concentraciones de biomasa seca, sacarosa, la viscosidad aparente y la concentración de oxígeno en el biorreactor de 50 litros. Los valores obtenidos por el modelo se representan con líneas y los experimentales con el marcador (▫)

CONCLUSIONES

El modelo de cinético de crecimiento sin inhibición por sustrato que incluye además la limitación por oxígeno describe satisfactoriamente el comportamiento del sistema. Los parámetros del modelo macroscópico obtenido en la escala de tres litros de cultivo son adecuados para la simulación a la escala de 50 litros lo que permite el diseño en esta escala productiva.

REFERENCIAS

1. Richelle, A. and Bogaerts, P. Systematic methodology for bioprocess model identification based on generalized kinetic functions. Biochem Eng J 100: 41-49, 2015.
2. Velayudhan, A. Overview of integrated models for bioprocess engineering. Current Opinion in Chemical Engineering 6: 83-89, 2014.
3. Sun, K., Tian, Y., Chen, L. and Kasperski, A. Universal modelling and qualitative analysis of an impulsive bioprocess. Comput Chem Eng 35: 492-501, 2011.
4. Gernaey, K.V., Eliasson Lantz, A., Tufvesson, P., Woodle, J.M. and Sin, G. Application of mechanistic models to fermentation and biocatalysis for next-generation processes. Trends Biotechnol 28(7): 346-354, 2010.
5. Monod, J. The phenomenon of enzymatic adaptation and its bearings on problems of genetics and cellular differentiation. Growth 11: 223-289, 1947.
6. Gódia-Casablancas, F. and López-Santín, J. Cinética microbiana. En: Ingeniería Bioquímica. Barcelona, España: Ed. Síntesis; 2000.
7. Sharma, V. and Mishra, H.N. Unstructured kinetic modeling of growth and lactic acid production by *Lactobacillus plantarum* NCDC 414 during fermentation of vegetable juicess. LWT - Food Science and Technology 59: 1123-1128, 2014.
8. Mavituna, F. and Sinclair, C.G. Modelling the Kinetics of Biological Activity in Fermentation Systems. En: Practical Fermentation Technology. England: John Wiley & Sons, Ltd.; 2008.
9. Goto, A. and Kunioka, M. Biosynthesis and hydrolysis of poly (glutamic acid) from *Bacillus subtilis* IFO3335. Biotech Biochem 56(5), 1992.
10. The MathWorks Inc. Matlab. 8.1.0.604 (R2013a) ed. Natick, MA, USA: The MathWorks Inc.; 2013.

CARACTERIZACIÓN BROMATOLOGICA DE LA CACHAZA PARA SU USO COMO MATERIA PRIMA EN LOS PIENSOS PARA LA CEBA PORCINA

BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE CACHAZA FOR ITS USE AS RAW MATERIAL IN THE FEEDS FOR THE SWINE CEBA

Autor (es): Guevara, C.A*.; Suárez, C.; Faife, E.; Fernández, M.T.; Ochoa, N.; Bocourt, E.; Sánchez, N.; Chanfón, J.; López, O.; Almenteros, S. ; Caballero, A.
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
* e-mail (amarilys.guevara@icidca.azcuba.cu)

RESUMEN

En el sector azucarero cubano existe un gran interés de que se utilice la cachaza (residuo semisólido en forma de torta obtenida del proceso de clarificación del jugo de la caña de azúcar durante la fabricación de azúcar crudo) seca como materia prima de los piensos, para cerdos para lo cual se trabaja en el montaje de una planta de secado. La composición física, química y microbiológica de la cachaza es sumamente variable ya que depende de varios factores: tipo de suelo, variedad de caña, tipo de cosecha (mecanizada o manual), grado de extracción del jugo, cantidad de cal, entre otros. Su uso como fertilizador directo de suelo y como elemento básico en la formulación de compost es ampliamente conocida, en instalaciones para secado al sol, que tienen un altísimo y variado tenor microbiano e impide su utilización con fines alimenticios. Mucho menos conocida y aplicada, es la posibilidad de ella como alimento animal a pesar de que su composición química indica niveles interesantes de proteína bruta, fibra y la presencia de elementos como fosforo y calcio. Las referencias más comunes en el uso de la cachaza como alimento animal son relacionadas con el producto húmedo en la alimentación de ganado ovino y vacuno, con suplementos de melaza, urea. Por las exigencias nutricionles del cerdo ha sido objetivo del trabajo la caracterización bromatológica y microbiológica de la cachaza (bh) de tres UEB azucareras, para evaluar sus posiblidades de uso como materia prima en los piensos para cerdos. Según los resultados obtenidos, contiene un alto contenido de sodio, el cual podemos concluir puede limitar su nivel o no de inclusión como materia prima en los piensos para cerdos.
PALABRAS CLAVE: (cachaza, bromatológica, microbiológica, piensos y cerdos)

ABSTRACT

Cachaza, a semi-solid residue in the form of a cake obtained from the process of clarification of sugarcane juice during the manufacture of raw sugar. Its physical, chemical and microbiological composition depends on several factors: soil type, cane variety, type of harvest (mechanized or manual), degree of extraction of juice, and quantity of lime, among others. For decades it has been used as a soil improver and its use in animal feed has not been rational due to its easy fermentation and its high water content. The objective of the work was to characterize the bromatological and microbiological character of the wet cachaza, of three sugarcane UEB, in order to evaluate its possibilities of use in the feeding of pigs. The results obtained show a high sodium content, which can limit its level of inclusion as raw material in feed for pigs in feed and other porcine categories.
KEYWORDS: (cachaza, bromatological, microbiological, feed and pig)

INTRODUCCIÓN

La cachaza es un residuo semisólido en forma de torta que se obtiene del proceso de clarificación del jugo de la caña de azúcar durante la fabricación de azúcar crudo. Está compuesta por materias terrosas e impurezas orgánicas, nitrógeno, fósforo, calcio y otros que favorecen las propiedades físicas y químicas del suelo. Su constitución depende de varios factores: tipo de suelo, variedad de caña, tipo de cosecha (mecanizada o manual), entre otros. (1)

La cachaza tiene una composición que es sumamente variable, pero pueden ser aceptados, como promedios, las siguientes especificaciones: PB: 6-14%; FB: 13—20%, Extracto libre de nitrógeno: 32-62%; Azucares solubles: 10-14%; EE: 9-14%; Cenizas: 10-20%; P_2O_5 3-5% y CaO: 2.5-5%. (2)

La disposición de la cachaza como fertilizador directo de suelo y como elemento básico en la formulación de compost es ampliamente conocida según (3*)*, en instalaciones para secado al sol, que tienen un altísimo y variado tenor microbiano e impide su utilización con fines alimenticios.

Mucho menos conocida y aplicada, es la posibilidad de la cachaza como alimento animal a pesar de que su composición química indica niveles interesantes de proteína bruta, fibra y la presencia de elementos como fosforo y calcio. Las referencias más comunes en el uso de la cachaza como alimento animal son relacionadas con el producto húmedo en la alimentación de ganado ovino y vacuno, con suplementos de melaza, urea. (4)

En Azcuba existe un gran interés de que se utilice como materia prima de los piensos para cerdos para lo cual se trabaja en el montaje de una planta de secado. Al no disponer de información reciente sobre la composición química y microbiológica, nos propusimos iniciar esta investigación con el objetivo de caracterizar muestras (bh) bromatológica y microbiológicamente, para determinar los aportes de nutrientes, asi como sus caracteristicas microbiologicas y definir sus posibilidades o limites de inclusión de uso como materia prima en los piensos para cerdos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó a 4 muestras de cachaza húmeda procedente de las UEB azucareras: Antonio Sánchez (2), Héctor Molina (1) y Borys Luis Santa Coloma (1), pertenecientes a la OSDE Azcuba.

Las muestras se tomaron a la salida del sinfín, diariamente durante una semana (7 días), se homogenizaron y se conformó una muestra única, a la cual se le realizó la caracterización química, determinando la materia seca Gravimétrica (MSG), pH, el nitrógeno total (NT), Proteína Bruta (PB), la Grasa, azucares reductores totales (ART), Pol y Cenizas (C), según los métodos de (5).

La composición de los macro y micro minerales (Na, K, P, Ca, Cu, Zn y Cr) se realizó por Espectroscopia de absorción atómica (AA). (6)

Para conocer la composición microbiológica se realizó la detección y enumeración de Coliformes totales por la técnica del número más probable o tubos múltiples de fermentación. (7).

La enumeración de levaduras y mohos se realizó por la Norma Cubana (8).

Los datos se procesaron en el STATGRAPHIC CENTURION V. (9), realizando estadística descriptiva, para determinar el valor promedio de los aportes de cada muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla. I Composición química de las muestras (bh)

Parámetros	*pH*	*Pol*	*Hdad*	*MSG*	*NT*	*PB*	*Ceniza*	*Grasa*	*ART*	*P*	*Ca*	*Na*	*K*	*Zn*	*Cu*	*Cr*
Media	6.35	2.9	72.73	27.27	1.15	7.19	11.20	2.9	1.53	1.01	2.59	22.23	0.51	0.02	0.02	0.003
DS	1.79	1.19	2.26	2.27	0.34	2.17	3.36	0.4	1.05	0.2	0.5	2.51	0.06	0.01	0.03	0.0005
ES	1.03	0.68	1.30	1.31	0.2	1.25	1.94	0.3	0.6	0.12	0.3	1.45	0.03	0.008	0.02	0.0003
CV (%)	28.3	41.14	3.11	8.33	30.23	30.25	29.9	14.62	69.1	20.4	20.0	11.30	12.24	50.9	148.9	15.74

En la tabla I se observa que la cachaza contiene más de 70% de humedad, lo cual dificulta su transporte, uso en los campos y como alimento, (10). En el aporte de minerales se observa altos niveles de P, K y Ca coincidiendo con los obtenidos por (11, 12 y 13), aportes muy recomendables para su uso como abono, y en las dietas de rumiantes sobre todo. El nivel de Na resultante, es un aspecto que merece estudios posteriores, ya que podría limitar el nivel de inclusión en la alimentación de cerdos.

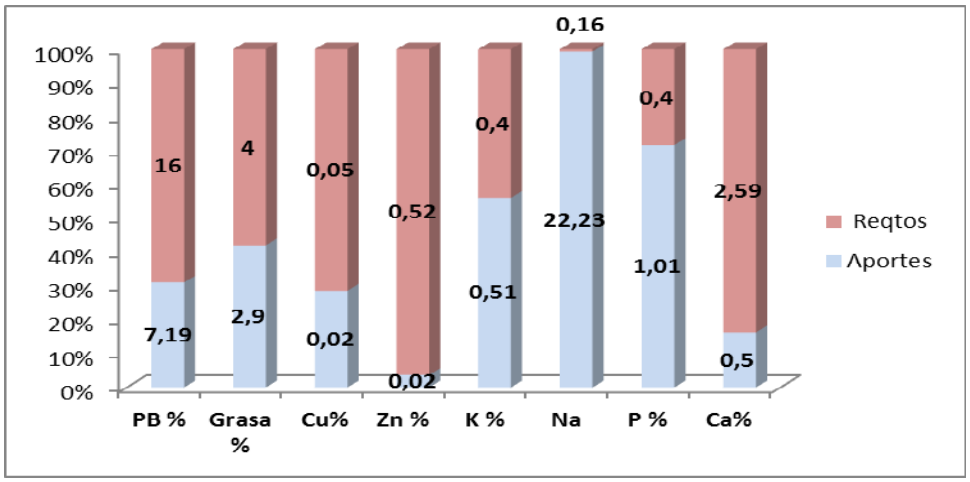


Fig.1 Comparación entre los aportes de la cachaza y los requerimientos de la ceba porcina

En la figura 1 se puede apreciar que los aportes de PB, Grasa, Cobre, Zin y Calcio están por debajo de los requerimientos de la ceba porcina, pero el Na está muy por encima (139 veces) de sus necesidades, lo que podría ser perjudicial según lo planteado en el (14), donde refieren que el exceso de Sodio en la dieta produce intoxicaciones, pudiendo ocasionar la muerte.

Tabla. II **Resultados microbiológicos de las muestras**

Muestra	***Coliformes Totales *NMP/100 ml***	***Levaduras y mohos (UFC/g) ****
1	1100	$1,1 \times 10^7$
2	1100	$8,2 \times 10^8$
3	< 3	$2,7 \times 10^7$
4	1100	$7,7 \times 10^6$

*NMP: Numero más probable de Coliformes/100ml.
*UFC/g: Unidades formadoras de colonia/g

En la tabla II, se aprecia una gran carga de Coliformes totales, así como la presencia de levaduras y mohos. Este aspecto pudiera ser controlado con el secado de la cachaza, evitando daños a la salud animal.

CONCLUSIONES

1. Los valores de PB, Grasa, Cobre, Zin y Calcio están por debajo de los requerimientos de la ceba porcina, no así el de Na que está 139 veces por encima del requerido, lo que limita el nivel de inclusión en la dieta de los cerdos.
2. Los resultados microbiológicos mostraron alta carga de Coliformes y la presencia de levaduras y mohos.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el número de muestras en estudio y la caracterización bromatológica de las mismas.

REFERENCIAS

1. Basanta, R.*; García Delgado, M. A.; Cervantes Martínez, J. E.; Mata Vázquez, H.; Bustos Vázquez, G. Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: Una revisión**.** Ciencia Tecnología. Alimentaria. 5(4) 293-305 (2007).www.somenta.org/journal ISSN 1135-8122.
2. Namer, I.: El secado de la cachaza con energía solar y su empleo en la alimentación animal, Rev. ICIDCA, 9 (1): 34-38, 1987.
3. Elías, A.: Avances y perspectivas en la transformación de residuales orgánicos en alimentos, en: Encuentros sobre animales monogástricos, pp. 217-218, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Julio 8-11, 1997.
4. Palma, J.A. Residuos de la agroindustria azucarera en la producción de carne vacuna. *CUIDA y FMVZ, Universidad de Colima. Guadalajara, Jalisco, México. Sitio argentino de Producción Animal. Engormix.com. 2015.
5. AOAC. Official methods of analysis. 17th ed. Ass. Off. Agric. Chemic. Washington, D.C. 1995
6. https://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_de_absorción atómica.(AA).Consultado el 2 de febrero del 2016.
7. Norma Cubana-ISO 4831: 2010. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable.
8. Norma Cubana ISO 1004: 2014 Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica a 25 °C
9. STATGRAPHICS Statistical, Graphics Corp. (2001). STATGRAPHICS PLUS For Windows 5.1.
10. Quiroz, I.; Pérez, A. Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 5, p. 1069-1075. 2013
11. Martin, P.C. El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. 13(39:3-10.IV Seminario Iberoamericano RESALAN. 2009
12. Ojeda, F y Cáceres, O. 2002. Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales. Pastos y Forrajes. 25:21.
13. Hernández, G. I.; Salgado, S.; Palma, D,; Lagunes, L del C.; Castelán, M.; y Ruiz, O. Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de chiapas, México. INCI v.33 n.11 Caracas nov. 2008.
14. Colectivo de autores. Manual para la crianza porcina. Instituto de Investigaciones Porcina. La Habana, pp 9. 2008

COGOLLO DE CAÑA DE AZÚCAR, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE DE ALIMENTACIÓN ANIMAL

SUGAR CANE TOPS, A SUSTAINABLE CATTLE FEED ALTERNATIVE

Autor (es): [1]ORTA, V.*, [1]LOIS, J., [2]ROMERO, E., [1]LLANES GIL, D.

[1]Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Altamira, Tamaulipas, México.
[2]Instituto Tecnológico de Altamira, Altamira, Tamaulipas, México.
*vanessaortagn@gmail.com

RESUMEN

La producción de azúcar de caña es una importante fuente productora de materia orgánica que puede ser empleada como fuente de alimento animal o energía. De los residuos agrícolas de la caña (RAC) un 23.1% corresponde a la paja y el cogollo de la caña, los cuales no son racionalmente aprovechados debido a que en el proceso de cosecha el cultivo se quema con el fin de eliminar malezas, produciendo un significativo impacto ambiental. El cogollo se encuentra en la parte superior de la caña de azúcar conformado por la punta y las hojas verdes, jugando un papel importante en las dietas a base de caña de azúcar, por su contenido de fibras de alta calidad para el consumo animal. Se elaboró un suplemento para ganado bovino a base de cogollo tratado con NaOH (11.5%). Se caracterizó por SEM, FTIR, digestibilidad *in vitro* y un análisis bromatológico.
PALABRAS CLAVE: alimento animal, cogollo de caña, tratamiento alcalino.

ABSTRACT

The production of cane sugar is an important source of organic matter that can be used as animal food source or energy. From the cane agricultural residues (RAC), 23.1% correspond to the sugar cane tops and straw, residues that are not rationally used because in the harvest process, the crop is burned first in order to eliminate weeds, producing significant environmental impact. The sugar cane tops are formed by the tender trunk and the green leaves, which plays an important role in the diets based on sugar cane, due to its high quality fibers for animal feed. A supplement was developed for bovine cattle with a NaOH treatment (11.5%). It was characterized by SEM, FTIR, *in vitro* digestibility and a bromatological analysis.
KEY WORDS: animal feed, sugar cane tops, alkali treatment.

INTRODUCCIÓN

La Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea tropical, que se adapta a diferentes tipos de suelos; en el estado de Tamaulipas, México, se realiza el cultivo de la caña, dado que las condiciones climáticas favorecen su desarrollo. La cosecha de la caña se realiza anualmente en temporada de zafra, tiempo en el cual la caña está en condiciones óptimas, dicha cosecha se puede realizar de dos formas: manual, donde generalmente se realiza la quema del cultivo y posteriormente se corta, o de manera mecanizada, con el auxilio de máquinas llamadas “combinadas de caña” que van cortando la caña a ras de suelo y, a la vez eliminando al mismo tiempo el cogollo y la paja.
En México se ha optado en la mayoría de los cañaverales la cosecha por método manual, debido a que para cosechar mecánicamente, se requiere una preparación homogénea de los suelos, que se encuentren menos erosionados, un monto alto de inversión, entre otras cosas.

De los residuos agrícolas de la caña (RAC) un 28% corresponde a la paja y el cogollo de la caña, los cuales no son racionalmente aprovechados debido a que en el proceso de cosecha el cultivo se quema previamente con el fin de eliminar malezas, produciendo un significativo impacto ambiental.

El cogollo (puntas de caña) es la parte más tierna de la caña, se encuentra en la parte superior de la caña de azúcar conformado por la punta y las hojas verdes, este juega un papel importante en las dietas a base de caña de azúcar, por su contenido de fibras de alta calidad para el consumo animal (Ferreiro et al, 1977). Su incorporación en alternativas alimenticias para ganado representa ventajas, tal como el no competir con la alimentación humana, además de que junto a la paja, tiene una disponibilidad a escala mundial de 5,0 MMTM (Padilla & Lois, 1990). Las puntas de caña tienen un contenido del 58% de Fibra Cruda (FC), 4.30% de Proteína Cruda (PC) y 34% de Carbohidratos (Moreno, 2007), lo que indica que adecuadamente tratadas y suplementadas, representan una excelente alternativa de alimentación bovina en temporadas de sequía donde sufre la escasez de pastos.

Se tienen registros de la utilización de cogollo de caña de azúcar mezclado con pollinaza en levante y ceba de novillos, donde se obtuvo incrementos de peso de hasta 1000 g/animal/día (Mateus & Quiceno, 2007). A la vez, la Empresa Colombiana CORPOICA, con cogollo más caña integral ensilada y suplemento proteico, alcanzó ganancias entre 800 y 1000 gramos/animal/día (Albarracín, 2003).

Actualmente en México, el cogollo de caña representa una importante alternativa de alimentación animal, que está siendo tomada en cuenta por muchos ganaderos de la zona de Veracruz, ya que la asociación local de cañeros CNPR del municipio de Pánuco, implementó en 2013 un plan de apoyo para los ganaderos de la región que necesitaban recursos para alimentar a su ganado, ya que debido a la falta de pastos que se tenía por la sequía, no tenían recursos para mantener a su ganado.

El uso de los residuos lignocelulósicos para alimentación animal está limitado por sus altos niveles de fibra y su alto contenido de lignina, que deriva en una baja digestibilidad, pero debido a la abundancia de estos materiales existe un interés mundial en su aprovechamiento (Galbe & Zacchi, 2012).

Existen muchas opciones disponibles para darle un pretratamiento a los materiales lignocelulósicos (Lucena & Ribeiro, 2013) como: tratamiento ácido, alcalino, explosión de vapor, oxidación, tratamiento con solventes orgánicos, y con agua a altas temperaturas (Adsul, 2005). El método más utilizado ha sido la explosión de vapor y como una etapa posterior, la delignificación alcalina (Wanderley, 2013). El tratamiento alcalino con hidróxido de sodio es ampliamente utilizado por su facilidad de manejo, bajo costo y buenos resultados, ya que existen opciones de menor costo y fácil obtención como el hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$), pero con resultados no tan satisfactorios (Martín et al, 1974).

Este trabajo propone la elaboración de un alimento, teniendo como base fibrosa el cogollo de caña de azúcar, convenientemente tratado con hidróxido de sodio 11.5% y una solución melaza-urea 9.5%, con el fin de incrementar la digestibilidad de éste. Se realizó un análisis químico proximal, así como por espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier y digestibilidad *in vitro.*

MATERIALES Y MÉTODOS

El cogollo de caña se recibió seco y molido, donado por el rancho "Las Lilas" ubicado en Ozuluama, Veracruz, México. Se realizó un tratamiento alcalino mediante impregnación con hidróxido de sodio al 11.5%, con un tiempo de retención de 10 minutos, posteriormente se adiciona una solución de melaza-urea al 9.5% de urea.

Se caracterizó mediante un análisis químico proximal (AOAC., 1990) para conocer atributos previos y posteriores al tratamiento alcalino con hidróxido de sodio al 11.5%, se evaluó el contenido de materia seca (MS), ceniza (C), proteína (PC), fibra cruda (FC), y extracto etéreo (EE). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología del Instituto Tecnológico de Altamira, Tamaulipas.

Se utilizó Espectroscopía de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR por sus siglas en inglés, Fourier *Transform Infrared Spectroscopy*), para conocer cambios en los grupos funcionales, debido al efecto del tratamiento alcalino en las fibras. El análisis FTIR fue realizado en un *espectrum one* marca *Perkin Elme*r usando pastillas de KBr, 4 cm^{-1} de resolución y en el intervalo de 4000-450 nm.

Se evaluó la digestibilidad *in vitro* tomado de la técnica de dos etapas de *"Tilley y Terry"*, que involucra un periodo de incubación de 48 horas con microorganismos del rumen en un medio buffer y un segundo término, que es la digestión con la mezcla de ácido clorhídrico-pepsina (AOAC., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla I. Análisis Químico Proximal en Puntas de Caña (Cogollo) integrales y predigeridas.

Determinación	***Cogollo Integral***	***Cogollo predigerido***
	%	
Materia Seca	14.39	8.02
Cenizas	5.09	8.8
Proteína	3.77	9.96
Fibra Cruda	46.4	39.5
Extracto Etéreo	1.41	1.21

En la Tabla I se puede observar que el contenido de cenizas (c) incrementa un 3% debido a la utilización, entre otras cosas, de la melaza, ya que es rica en minerales. En cuanto a la proteína, se nota un aumento considerable de un 6.19% atribuido a la utilización de urea en la forma de nitrógeno no proteico.

En el análisis de digestibilidad *in vitro* se puede comprobar la afectación que se tiene en el cogollo tratado, ya que se tiene un notorio incremento (34.38%), atribuido al tratamiento que se le dio al cogollo integral para romper enlaces lignocelulósicos que impiden que el ganado aproveche completamente el alimento.

Tabla II. Digestibilidad *in vitro* en cogollo de caña integral y predigerido.

Muestra	***%IVTD***
Cogollo de caña	14.21
Cogollo predigerido	48.59

En el análisis de FTIR (Fig. 1) se pudo apreciar cambios en la composición y grupos funcionales debido a la delignificación con hidróxido de sodio.

Se observa en 1392 cm^{-1} del espectro de cogollo sin tratamiento la presencia de un enlace C-H, perteneciente a la lignina, que presenta un estiramiento hacia 1420 cm^{-1}.

En 1051 cm^{-1} se observa un incremento pronunciado de intensidad, teniendo la presencia de un alcohol primario ($-CH_2OH$) perteneciente a la lignina, el cual es afectado por el tratamiento alcalino.

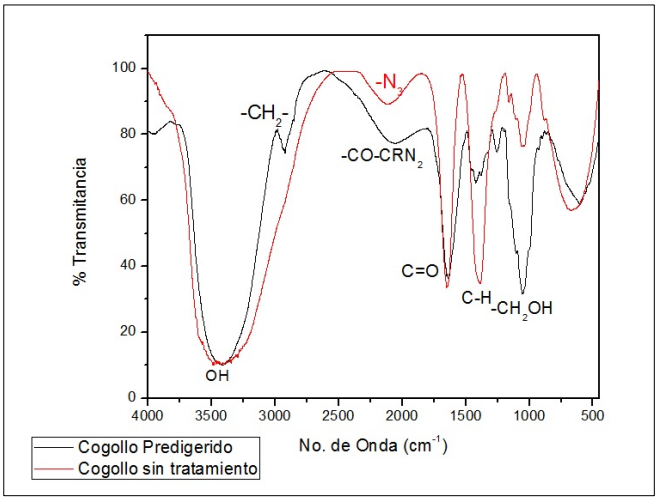


Fig. 1 Comparativo espectro por FTIR de Cogollo de Caña con y sin tratamiento.

CONCLUSIONES

Mediante las caracterizaciones realizadas a las muestras de cogollo de caña de azúcar sin y con tratamiento alcalino, se puede observar un efecto favorable del hidróxido de sodio sobre este material lignocelulósico, ya que la digestibilidad incrementa considerablemente, lo cual queda evidenciado en los espectros analizados por FTIR. Se pudo ver que con el tratamiento alcalino se tiene un incremento en el contenido proteico y de cenizas. Se plantea un muestreo experimental con ganado bovino en pastoreo, para evaluar la aceptación en cuanto a gustosidad, así como los incrementos de peso que se pueden obtener.

REFERENCIAS

1. Ferreiro, H. M., Preston, T. R., & Sutherland, T. M. (1977). Limitaciones dietéticas en raciones basadas en caña de azúcar. *Producción Animal Tropical*, 2:58-63.
2. Padilla Méndez, J. A., & Lois Correa, J. A. (1990). *Manual de los derivados de la caña de azúcar*. (G. d. caribe, Ed.) Habana , Cuba.
3. Moreno, F. (19 de Octubre de 2007). La caña panelera (Saccharum officinarum) en la alimentación del ganado. *Seminario de pastos*.
4. Mateus, E. H., & Quiceno, A. J. (2007). Informe del proyecto "Ajuste y transferencia de tecnología en producción, secado, picado, ripiado, y ensilaje, de la caña de azúcar para fincas ganaderas de la región Caribe, Llanos Orientales y Magdalena Medio". *CORPOICA*.
5. Albarracín, C. (2003). Manual de bovinos. *Subdirección de Investigación e innovación*.
6. Galbe, M., & Zacchi, G. (2012). Pretreatment: The key to efficient utilization of lignocellulosic materials. (L. U. Department of Chemical Engineering, Ed.) *Elsevier*(46), 70-78.
7. Lucena Soares, M., & Ribeiro Gouveia, E. (2013). Influence of the alkaline delignification on the simultaneous saccharification and fermentation (SSF) of sugar cane bagasse. *Bioresource Technology*(147), 645-648
8. Adsul, M. G., Ghule, J. E., Shaikh, H., Singh, R., Bastawde, K. B., Gokhale, D. V., y otros. (2005). Enzymatiic hydrolysis of delignified bagasse polysaccharides. *Carbohydrate Polymer, 62*, 6-10.
9. Wanderley, M. C., Martín, M., Rocha , G. L., & Gouveia, E. R. (2013). Increase in ethanol production from sugarcane bagasse based on combined pretreatments and fed-batch enzymatic hydrolysis. (128, Ed.) *Bioresourse Technology*, 448-453.
10. Martín, P. C., Cribeiro, T. C., Cabello , A., & Elías, A. (1974). Efecto del hidróxido de sodio y la presión sobre la digestibilidad de la materia seca de bagazo y bagacillo de caña. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 8:21.

EFECTO DEL VITAFERT® EN LA FINALIZACIÓN DE TOROS EN SISTEMA SILVOPASTORIL CON LEUCAENA, COMPLEMENTADOS CON CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF THE VITAFERT® IN THE CATTLE FATTENED IN SILVOPASTORAL SYSTEMS WITH LEUCAENA, COMPLEMENTED WITH SUGAR CANE

Iraola, J [*], Gutiérrez, D., Elías, A., García, Yenny., Fraga, L., Vázquez, A., Hernández J y Herrera, F.
Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
**Correo electrónico: jiraola@ica.co.cu*

RESUMEN

Se realizó esta investigación para evaluar el efecto de incluir el producto biológico VITAFERT® (PBV) en la finalización de toros en silvopastoreos complementados con caña de azúcar. Se utilizaron 15 animales *Cebú* por tratamiento durante el periodo lluvioso. Estos fueron: T1) control, T2) control más 6 mL.kg PV^{-1} PBV y T3) control más 9 mL.kg PV^{-1} PBV. Se aplicaron modelos de regresiones aleatorias a partir de un PROC MIXED. Se determinaron indicadores del comportamiento productivo. Se encontró diferencia (P>0.001) para la ganancia media diaria (GMD) para los tratamientos con inclusión del PBV respecto al control. También, se encontró diferencia (P>0.001) en el incremento de peso vivo (IPV) en los tratamientos con PBV y todos los tratamientos difirieron (P>0.001) entre sí en el rendimiento por hectárea. Se concluye que la inclusión del PBV posibilitó mayor GMD y el IPV en toros finalizados en silvopastoreo con leucaena y caña de azúcar.
PALABRAS CLAVE: *Leucaena leucocephala*, bovinos machos, activador biológico ruminal

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate the effect of including the biological product VITAFERT® (PBV), in the cattle fattened in silvopastoral system supplemented with sugar cane. 15 animals *Zebu* by trial were used during the rainy period. These were: T1) control, T2) control more 6 mL.kg PV^{-1} PBV and T3) control more 9 mL.kg PV^{-1} PBV. A random regression models were applied starting from a PROC MIXED. They were determined indicators of the productive performance. There were difference (P>0.001) for the daily half gain (GMD) for the treatments with inclusion of the PBV regarding the control. Also, they was difference (P>0.001) in the increment of live weight (IPV) in the treatments with PBV and all the treatments differed (P>0.001) to each other in the hectare yield. It is concludes that the inclusion of the PBV facilitated bigger GMD and the IPV in cattle concluded in silvopastoral system with leucaena and sugar cane.
KEY WORDS: *Leucaena leucocephala,* cattle, ruminal biological activator

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) con inclusión de leucaena en la producción de carne vacuna en Cuba, constituye una variante tecnológica factible, desde el punto de vista productivo, económico y ecológico (Iglesias, 2006; Díaz, 2008; Iraola, 2014). Sin embargo, uno de los elementos que limita la productividad animal en estos sistemas, lo constituye el aporte de energía y su sincronización con las fuentes de nitrógeno disponible para los microorganismos ruminales presente en la dieta de los animales.

La inclusión de hidratos de carbono de fácil fermentación, como los que aporta la caña de azúcar, posibilitaría corregir dicha limitante energética en estos sistemas. En consecuencia, esto permitiría mejorar la

relación energía-proteína a nivel ruminal, la actividad de los microorganismos ruminales e incrementar la eficiencia productiva. Por su parte, la utilización de microorganismos benéficos biológicamente activados (MEBA), constituyen una opción para mejorar la eficiencia ruminal e incrementar el comportamiento productivo de los rumiantes **(**Elghandour *et al*., 20159; Puniya *et al*., 2015). En ese sentido, un producto biológico producido en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, denominado VITAFERT® (Elías y Herrera, 2008) y utilizado como aditivo microbiano, en dietas fibrosas, mejora el consumo voluntario, la digestibilidad ruminal y el desempeño productivo de los animales (Elías, 2014).

En correspondencia con la extensión experimental se desarrolló esta investigación con el objetivo evaluar el efecto de incluir el producto biológico VITAFERT® (PBV) en el comportamiento productivo de toros finalizados en SSP con leucaena, complementados con caña de azúcar durante el periodo lluvioso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal de Cuba, situado a 22º 53' de latitud norte y los 82º 02' de longitud oeste y 92 m.s.n.m., municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque de la República de Cuba. La investigación tuvo una duración de 165 días dentro del periodo lluvioso entre mayo y octubre, enmarcados en la etapa de finalización de engorde de bovinos en silvopastoreos con leucaena (*Leucaena leucocephala*). Se utilizaron 45 toros *Cebú* mestizos con 328.30 ± 11.10 kg de peso vivo inicial. Los animales se dividieron en tres sistemas silvopastoriles asociados con leucaena con una carga de 1.5 animal.ha^{-1}. Cada SSP estuvo conformado por 10 ha, ocho potreros y una zona de abrevaderos y comederos.

Se aplicaron modelos de regresiones aleatorias a partir de un PROC MIXED, donde se consideraron efectos de regresión lineales y cuadráticos según el número de pesajes y la varianza de estructura fue (TYPE=UN). En el modelo se incluyó como efecto fijo tratamiento y como efecto aleatorio animal anidado dentro de tratamiento y el error residual. Se desarrollaron tres tratamientos, la participación de la caña de azúcar en la ración se mantuvo en la misma proporción para todos los estudios, mientras que el suministro del PBV, varió según tratamiento. El suministro de ambos productos se ajustó cada 15 días. Los tratamientos fueron: T1) un grupo control donde los animales tuvieron acceso al SSP más 6 g MS.kg PV^{-1} de caña de azúcar integral fresca y dos tratamientos adicionales con similar manejo y alimentación pero con el suministro del PBV; T_2: control más 6 mL.kg PV^{-1} PBV, y T_3: control más 9 mL.kg PV^{-1} del PBV.

Se determinó el peso vivo (PV), la ganancia media diaria (GMD), el incremento de peso (IP), el rendimiento por hectárea y el consumo de caña de azúcar. Se realizaron los análisis de los modelos de regresión aleatoria con ayuda el SAS versión 9.1 (2007). Para los efectos que resultaron significativos ($P<0.05$), se aplicó una prueba de comparación múltiple para las medias según la dócima de Tukey–Kramer (Kramer, 1956)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I, muestra el comportamiento productivo por tratamiento para los indicadores evaluados. En el PV inicial no se observó diferencias entre tratamientos, lo que denota la homogeneidad de PV de los animales al inicio de la investigación. El PV final tampoco difirió entre los mismos. Sin embargo, los tratamientos que consumieron el PBV difirieron ($P<0.001$) con respecto al control, referente a la GMD y el IPV, a la vez que difieren ($P<0.001$) entre ellos para la GMD. Esto provocó un incremento del 5% y mayor GMD en los animales que consumieron el PBV a razón de 6 ml.kg PV^{-1}, donde se logran valores superiores a los 900 g.animal^{-1}.día^{-1}.

También, se encontró diferencia (P<0.001) entre tratamientos en el rendimiento por hectárea. No obstante, a pesar del peso vivo de sacrificio, no se alcanzaron rendimientos por hectárea superiores a los 750 kg PV, esto quizás pudo estar determinado porque la carga animal utilizada en esta investigación, limitó el rendimiento por hectárea. Estos resultados productivos para la GMD y el rendimiento por hectárea contrastan con lo informado por Iraola (2014) para animales Cebú en SPP con leucaena sin suplementación y similar carga animal. Como consecuencia, los animales que consumieron el PBV a razón de 6 mL.kg PV^{-1} presentaron incrementos de 169 g GMD y 70 $kg.ha^{-1}$. Por su parte, en la especie caprina, las investigaciones desarrolladas por Gutiérrez (2012) revelaron mejoras en el consumo voluntario, en el ambiente ruminal, así como en la producción y calidad de la leche, al utilizar niveles del PBV a razón de 6 mL.kg PV^{-1}. Asimismo, Díaz (2010) en ovejos finalizados en pastoreo y suplementados con *Sacchapulido*, encontró un adecuado comportamiento para la GMD. Sin embargo, también en ovejos Pereyra (2014), encontró incrementos de GMD, pero con niveles superiores a los 10 mL.kg PV^{-1} del PBV.

Tabla I. Indicadores productivos de machos *Cebú* mestizos en SSP con leucaena, complementados con caña de azúcar y VITAFERT®.

Indicadores	Tratamientos			EE (±) y sign.
	Control	6 mL.kg PV^{-1} PBV	9 mL.kg PV^{-1} PBV	
PV inicial, kg	328.30^{a}	328.40^{a}	328.80^{a}	2.47
PV final, kg	459.53^{a}	477.80^{a}	469.33^{a}	1.45
GMD, $g.animal^{-1}.día^{-1}$	795^{c}	905^{a}	855^{b}	0.03***
Incremento de peso, kg	131.23^{b}	149.40^{a}	140.53^{a}	3.08***
Rendimiento, $kg.ha^{-1}$	689.29^{c}	716.70^{a}	703.99^{b}	0.08***
Duración, días	165			-

Letras distintas indican diferencias significativas ***(*P<0.001*)

Con relación al consumo de caña de azúcar, los tratamientos con PBV difirieron (P<0.05) respecto al control y no presentaron diferencias entre ellos (Tabla II). Los valores de consumo de caña de azúcar no sobrepasaron de 0.55 kgMS.100 kg PV^{-1}. Según Fundora (2006), los bovinos son capaces de consumir hasta 1.5 kgMS.100 kg PV^{-1}. Sin embargo, la posibilidad de seleccionar el alimento en pastoreo durante el periodo experimental, pudo limitar el consumo de caña de azúcar. No obstante, los tratamientos que consumieron el PBV, lograron incrementar el consumo de caña de azúcar y la GMD.

Tabla II. Consumo de caña de azúcar fresca durante el periodo lluvioso.

Consumo MS	Control	6 mL.kg PV^{-1} PBV	9 mL.kg PV^{-1} PBV	EE y sign
Consumo caña de azúcar, kg MS	1.70^{b}	2.25^{a}	2.20^{a}	1.25***
Consumo caña de azúcar, kg MS. 100 kg PV^{-1}	0.43^{b}	0.56^{a}	0.55^{a}	1.01***

Letras distintas indican diferencias significativas ***(*P<0.001*)

Este incremento en el consumo de caña de azúcar, pudo estar determinado por la inclusión en la ración del PBV. Según Gutiérrez (2012), Rodrigues *et al*. (2012) y Elías (2014), el suministro de este PBV en rumiantes, promueve la fermentación ruminal y la digestibilidad de la MS en correspondencia con el crecimiento de las poblaciones de bacterias celulolíticas, entre otros aspectos.

CONCLUSIONES

Se concluye que la inclusión del PBV en la finalización del engorde de bovinos en SSP con leucaena y la complementación con caña de azúcar durante el periodo lluvioso, mejoró la GMD y el incremento de peso.

Sin embargo, se sugiere la continuidad de nuevos estudios durante todo el año, con una mayor presencia de leucaena y diferentes niveles de caña de azúcar.

REFERENCIAS

1- Iglesias, J.M. 2006. Aspectos relevantes de la producción animal en sistemas silvopastoriles. En: Memorias VII Conferencia Científica Internacional. Taller producción Animal. Conferencia Magistral. ISBN: 959-16-0473-4.

2- Díaz, A. 2008. Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

3- Iraola, J. 2014. Rediseño y manejo de un arreglo agroforestal para mejorar la capacidad de carga biológica con ganado de engorde. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque. Cuba.

4- Elghandour, M.M.Y.; Salem, A.Z.M.; Martínez, J.S.; Camacho, L.M.; Kholif, A.E.; Vázquez, J.C. 2015. Direct-fed microbes: A tool for improving the utilization of low quality roughages in ruminants. Journal Integrative Agriculture. 14(3):526-533.

5- Puniya, A.K.; Salem, A.Z.M; Kumar, S.; Dagar, S.S.; Griffith, G.W.; Puniya, Monica.; Ravella, S.R.; Kumar, N.; Dhewa, T.; Kumar, R. 2015. Role of live microbial feed supplements with reference to anaerobic fungi in ruminant productivity: A review. Journal of Integrative Agriculture. 14(3):550-560.

6- Elías, A.; Herrera, F.R. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA). Instituto de Ciencia Animal, Cuba. pp. 28.

7- Elías, A. 2014. Avances de los procesos biotecnológicos para incrementar el valor nutritivo de los alimentos. Impacto en la producción animal. En: II Simposio de Zootecnia, Alimentación y genética, XXIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET). 6-9 de octubre. La Habana, Cuba. 2014.

8- SAS. 2007. SAS User's guide: Statistics. Version 9.1.3. SAS. Institute. INC, Cary, N.C., USA.

9- Kramer, C.Y. 1956. Extention of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. Biometric. 12: 307-310.

10- Gutiérrez, D. 2012. Efecto del aditivo biológico VITAFERT en dietas de forrajes de baja calidad para la alimentación de cabras lecheras. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

11- Díaz, V. 2010. Efecto del VITAFERT en el comportamiento de ovinos en finalización en pastoreo suplementados con Sacchapulido. Tesis en opción al grado científico de Maestro en Ciencias. Instituto de Enseñanza e Investigaciones en Ciencias Agrícolas, México.

12- Pereyra, A. 2014. Efecto de la adición a la dieta de un producto biologicmante activo en el crecimiento y calidad de la carne de corderos *Suffolk-Hampshire.* Tesis en opción al grado científico de Maestro en Ciencias. Instituto de Enseñanza e Investigaciones en Ciencias Agrícolas, México.

13- Fundora, O. 2006. La caña de azúcar. Valor nutritivo y utilización en el ganado bovino. En: Memorias del curso. Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico. Instituto de Ciencia Animal Cuba. Editorial EDICA. pp. 57-75.

14- Gutiérrez, D. Efecto del aditivo biológico VITAFERT en dietas de forrajes de baja calidad para la alimentación de cabras lecheras. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. 2012.

15- Rodrigues, F.S.; Elías, A.; Chilibroste, P. 2012. Supplementation of sorghum silage feed Holstein calves with ruminal promotors. Rev. Arg. Producción Animal. 32(2):117-123.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES (FOLLAJE DE *PINUS CARIBAEA*) MEZCLADOS CON VINAZA COMO ALIMENTO ALTERNATIVO PARA GANADO

CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF VEGETABLE RESIDUES (*CARIBAEA PINUS* FOLIAGE) MIXED WITH VINESE AS AN ALTERNATIVE FOOD FOR CATTLE

Autor (es): Suárez, C[1]. *, Guevara, C.A[1]., Quert, R[2]. Bell, A[1]. Carrera, E[1], Sánchez, N[1]. y Chanfón, J[1]

1. Instituto Cubano de investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
2. Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF)

* caridad.suarez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La búsqueda de alternativas para formular nuevos alimentos destinados al consumo animal, se explica por las carencias nutricionales de nuestro país, sobre todo en la composición de proteína bruta. En este trabajo se analizó la composición química de las materias primas que se utilizaron en la formulación de 3 alimentos (Ali-1: Follaje de pino con principio activo, Ali-2: Follaje de pino sin principio activo y el Ali-3: Bagazo), adicionándole vinaza, en una proporción de 1:7. Al analizar la composición final de los alimentos en el programa Stagraphics centurión V, se obtuvo diferencias significativas entre los alimentos. Aunque la vinaza contribuyó al aumento de proteínas en los 3 alimentos, El (Ali-3) solo alcanzó 1.44%, difiriendo significativamente del Ali-1 y Ali-2, que alcanzaron niveles de 3.12 y 3.75% respectivamente, demostrando que resulta viable la sustitución del bagazo por follaje de pino, mezclado con coproductos, de la industria azucarera ricos en proteínas.

PALABRAS CLAVE: alimentos, follaje de pino, principio activo, bagazo y vinaza

ABSTRACT

The search for alternatives to formulate new foods for animal consumption is explained by the nutritional deficiencies of our country, especially in the composition of crude protein. In this work the chemical composition of the raw materials used in the formulation of 3 foods was analyzed (Ali-1: Pine foliage with active principle, Ali-2: Pine foliage without active principle and Ali-3: Bagasse), Adding vinasse, in a ratio of 1: 7. When analyzing the final composition of food in the program Stagraphics centurion V, significant differences between foods was obtained. Although the vinasse contributed to the increase of proteins in the 3 foods, El (Ali-3) only reached 1.44%, differing significantly from the Ali-1 and Ali-2, which reached levels of 3.12 and 3.75% respectively, proving that Substitution of bagasse by pine foliage, mixed with co-products, from the sugar-rich sugar industry.

KEYWORDS: food, pine foliage, active principle, bagasse and vinasse

INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de menor disponibilidad de pastos, fundamentalmente en el periodo de intensa sequía, la agroindustria azucarera ha suplido la alimentación animal, con alimentos no convencionales desarrollados con coproductos del proceso azucarero, sin embargo la búsqueda de otras alternativas de residuos lignocelulósicos, que pudieran ser utilizados en formulaciones de alimentos para ganado vacuno, en la etapa de No zafra, será siempre una opción económica.

La composición química del follaje de pino varía en dependencia de diferentes factores como: la especie, la época del año, las condiciones de crecimiento, los factores edafoclimáticos, los tratamientos silviculturales y el sitio, e incluso durante las horas del día según (1). En la siguiente tabla es posible observar la composición del follaje de P***inus caribaea Morelet*** (pino macho).

Tabla I. Composición química del follaje verde de ***Pinus caribaea Morelet*** (pino macho)

Proteínas (2)	*Carbohidratos (3)*	*Lípidos (2 y 3)*	*Vitaminas C y E*	*Minerales (3)*	*Lignina (3)*
6.1%	21.03%	5,5 y 14,9 %	711 y 36,4 mg/%	2,82%	25,93%

(4) afirma que la industria forestal produce madera en bolo a partir de árboles en edad de explotación del pino macho, durante todo el año, con un volumen de extracción de 1000kg/año, generando un nivel significativo de material vegetal que actualmente no está siendo aprovechado y por su composición química, pudiera ser utilizado como materia prima en la elaboración de suplementos alimenticios para el ganado vacuno, como relleno en los bloques multinutricionales o en sustitución del bagacillo en el alimento Miel-urea-bagacillo o como ingrediente de piensos criollos.

Por sus características nutritivas resulta una alternativa eficiente, el uso de vinazas de destilerías de alcohol en la alimentación animal, ya sea como aditivo o enriqueciendo productos lignocelulósicos, de menor valor nutritivo, como es el caso del bagazo y el follaje de *pinus caribaea.* Este Coproducto de la industria azucarera genera un nivel importante de contaminación medioambiental, debido al gran contenido de materia orgánica (100-130g/L) y a su alta demanda bioquímica de oxígeno (70 y 80 g/L) (5), por lo que con su utilización podemos lograr la disminución del efecto desfavorable sobre el medioambiente. Este trabajo tuvo como objetivo la caracterización y evaluación de los aportes nutritivos del follaje de pino (con y sin principio activo), en comparación con el bagazo, antes y luego de ser mezclados con vinaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El follaje de pino utilizado, fue extraído de la UEB Silvícola Los Jazmines, perteneciente a la Empresa AgroForestal La Palma, Provincia Pinar del Río, y aportado por el Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF), situ en 174 # 1723 / 17 B y 17 C. Siboney. Playa, como parte de un convenio de colaboración existente entre dicho Instituto y el ICIDCA. La vinaza y el bagazo proceden de la UEB Héctor Molina.

Las determinaciones químicas que se realizaron a las materias primas (tabla II), fueron basadas en los métodos oficiales de la AOAC (6), para la determinación de materia seca gravimétrica (MSG); cenizas y proteínas (Kjeldahl, utilizando el factor de conversión del nitrógeno a proteínas 6,25 para todas las muestras). El contenido de fósforo, fue determinado a través del método colorimétrico del metavanadato de amonio (7) y el Ca y Mg se determinó por el método referido en (8).

Tabla II. Esquema de materias primas caracterizadas

Muestras	*Materias primas*
1	FCpA (follaje con principio activo)
2	FSpA (follaje sin principio activo)
3	Vinaza
4	Bagazo

En la segunda etapa del experimento se estudió el comportamiento de los alimentos elaborados en 3 tratamientos. El Ali-1 que fue conformado por follaje de pino con principio activo (CpA). El Ali-2 follaje de pino sin principio activo (SpA) y el Ali-3 bagazo. Todos fueron mezclados manualmente con vinaza en una proporción de 7:1 (material vegetal y vinaza respectivamente), garantizando una correcta homogenización.
Los resultados obtenidos fueron procesados en el programa estadístico **Stagraphics centurión V**, utilizando Anova simple y test de rangos múltiples para establecer las diferencias entre los alimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla, se resumen los resultados obtenidos en la caracterización química de las materias primas que se utilizaron en la elaboración de las formulaciones propuesta para alimentos.

Tabla III.- Caracterización química de las materias primas

Materia Prima	Humedad relativa	Ceniza	Proteína Bruta (PB)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Fósforo (P)
FCpA	8.97	2.86	2.88	0.8	3.16	0.06
FSpA	8.83	2.66	3.25	0.85	0.95	0.16
Bagazo	7.7	3.06	1.19	0.7	2.03	0.47
Vinaza	95.91	23.32	7.44	0.046	0.09	0.23

Como se observa las materias primas lignocelulósicas (Follaje de pino con y sin principio activo y bagazo), muestran similitud en su composición, destacando en el bagazo un mayor contenido de cenizas, que puede deberse al magnesio. Sin embargo, la proteína bruta es mayor en FCpA y FSpA, de lo que se puede inferir que el follaje de pino macho puede utilizarse para sustituir el bagazo en la elaboración de alimentos donde se desee obtener bajos porcientos de humedad, (Bloques multinutricionales, Miel-urea-Bagacillo), garantizando durabilidad y estabilidad al alimento por menor actividad del agua (Aw) y disponibilidad de ambos alimentos en la época de No zafra. Esto coincide con lo planteado por (1, 9 y 10), que afirman que el uso del follaje seco permite una mejor conservación, sin pérdidas significativas de las sustancias biológicamente activas. (11), refiere que el estudio de la composición bioquímica y el valor forrajero del follaje, después del proceso de extracción y secado puede utilizarse exitosamente en calidad de ración complementaria o suplemento forrajero para el ganado vacuno y aves.

Los aportes nutricionales de la vinaza, en este estudio, coinciden con lo planteado por (12), que encontraron valores similares, lo que demuestra la posible utilización de la vinaza, como enriquecedor de la composición bromatológica de los residuos lignocelulósicos.

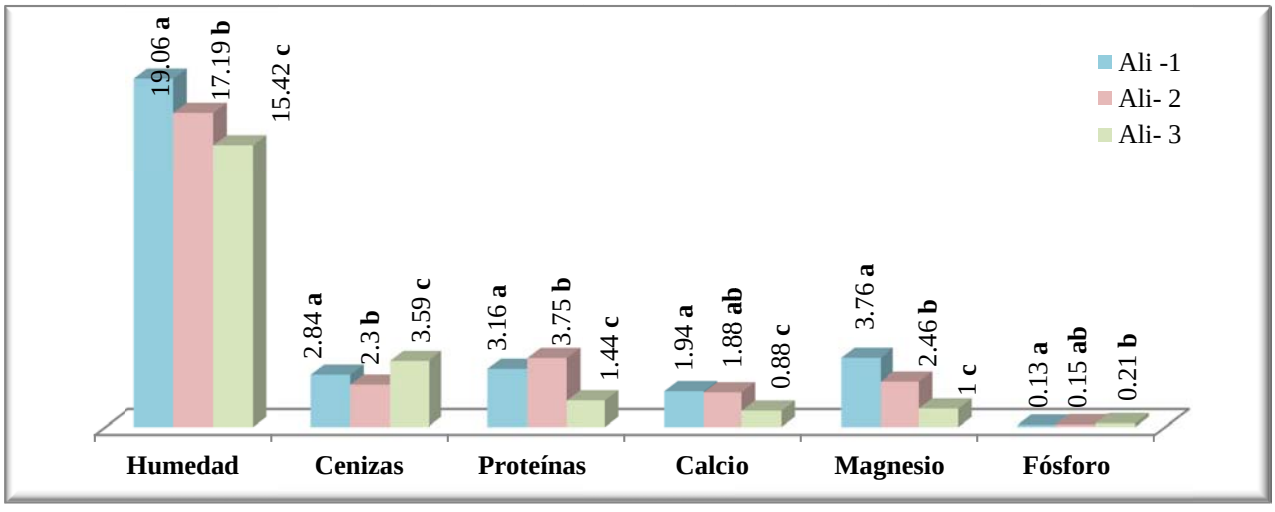


Figura 1.- Composición química de las formulaciones

La figura 1 muestra la composición química de los formulados, observándose el incremento de los aportes nutricionales de los tres alimentos, debido al aporte nutritivo de la vinaza, (ver tabla III).

El análisis estadístico demuestra que aunque existen diferencias significativas entre las variables estudiadas, estas no son numéricamente altas. El contenido de humedad aunque no difiere entre los tres alimentos, se observan mayores valores en las formulaciones con pino macho, pero manteniéndose dentro del rango permisible para su uso como materia prima en formulaciones de alimentos.

El contenido de proteína bruta, calcio y magnesio es mayor en las formulaciones que contienen pino macho (Ali-1 y Ali-2); aunque para el caso de las cenizas y el fósforo el bagazo es relativamente mayor. En cuanto al aporte de calcio no se encontraron diferencias significativas entre el Ali-1 y Ali-2, pero si con respecto al Ali-3 y para el caso del fósforo, existieron diferencias entre el Ali-1 y el Ali- 3.

CONCLUSIONES

1. El follaje de pino con o sin principio activo, mezclado con vinaza puede ser utilizado como alimento alternativo para sustituir el bagazo en época de no zafra.
2. Los tres alimentos formulados y analizados resultan adecuados para ser utilizados como alimento animal para ganado.

REFERENCIAS

1. Polis, O., (1986) Informe final. Asesoría extranjera (Silova, Letonia); IIF; abril.
2. Leyva, B., et al., (1990) Determinación de las condiciones y tiempo de alimentación del follaje de Pinus caribaea y Pinus tropicalis para la destilación de aceites esenciales y obtención de harina vitamínica, IIF, p. 10.
3. Díaz, S., (1998) Comportamiento del follaje de Pinus caribaea y Pinus tropicalis en el desarrollo de una metodología para la obtención de cera conífera, pasta clorofila- caroteno y residuo forrajera a escala de banco. Tesis presentada en opción a grado científico de Dr en Ciencias Forestales.
4. Quert, R. Comunicación personal. (2017).
5. Pérez Bermúdez, I. y Garrido Carraler, N. Aprovechamiento integral de vinazas de destilerías. Una revisión actual., Revista Ingeniería Química, Abril, 2006, pp. 129-133
6. Official Methods of Analysis of AOAC international. 16th ed. volume II, 1995.
7. Especificaciones de calidad. Norma Cubana NC 914: 2012. Alimentación Animal- Determinación del contenido de Fósforo. (2012).
8. Especificaciones de calidad. Norma Cubana NC 906: 2012. Alimentación Animal- Determinación del Contenido de Calcio y Magnesio **(**2012).
9. Yagodin, V.I. Osnovi khimii i tekhnologii pereravotki drevesnoi zeleni. Fundamento químico y tecnológico para el tratamiento del follaje. Leningrado. Federación de Rusia. Universidad de Leningrado. (1981Repiax, C. M., Levin, E. D., (1988) Suplementos alimenticios a partir del follaje verde. Promiliennosti. p. 24.
10. Quert, R.; Miranda, M.; Leiva, B.; García, H.; Gelabert, F. Rendimientos del aceite esencial de pinus caribaea Morelet según el secado al sol y a la sombra. Revista Cubana de Farmacia. Cuba. 35 (1): 47-50. (2001).
11. Vidal, A. Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la Biomasa de la copa de coníferas en la provincia Pinar del Rio. Tesis Doctoral. Universidad de Pinar del Rio. Cuba. (1995).
12. Saura, G., Otero, M. A., Rambla, J.A., Martínez-Valdivieso, N.G. & Pérez, I. 2008. Producción de levadura forrajera a partir de vinazas de destilería. X Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. Diversificación. La Habana. Cuba. p. 341

EFFECT OF DIETARY INCLUSION OF DRIED OR AUTOCLAVED SUGARCANE BAGASSE AND VINASSE ON *IN VITRO* EVALUATIONS ON GROWING RABBITS

EFECTO DE LA INCLUSIÓN DIETÉTICA DE BAGAZO DE CAÑA SECO O TRATADO EN AUTOCLAVE Y VINAZA EN EVALUACIONES IN VITRO PARA CONEJOS EN CEBA

Ferreira, F.N.A., Ferreira, W.M., Silva Neta, C.S., Inácio, D.F.S., Mota, K.C.N., Costa Júnior, M.B., Rocha, L.F., Miranda, E.R.

Department of Animal Science, Federal University of Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP: 31270-901. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
E-mail (author for communications): felipe.norberto@yahoo.com.br

ABSTRACT

This study aimed to evaluate dried or autoclaved sugarcane bagasse, with or without vinasse, for growing rabbits, by assessing the *in vitro* digestibility, degradability and fermentation parameters. Five diets were used: 100 g/kg of dried sugarcane bagasse; 100 g/kg of dried sugarcane bagasse enriched with vinasse; 100 g/kg of autoclaved sugarcane bagasse; 100 g/kg of autoclaved sugarcane bagasse enriched with vinasse; and a control diet. *In vitro* assays were conducted employing cecum inoculum. Vinasse increased the *in vitro* DM digestibility and degradability (0.72 and 0.67, respectively). Control diet presented higher *in vitro* DM degradability (0.68) when compared to diets without vinasse. Vinasse increased specific gas production rate of autoclaved bagasse (4.33 to 4.74). Autoclaved bagasse had higher maximum fermentation rate (6.09 vs. 5.54 ml/h, respectively) and lag time. This study revealed that autoclaving and vinasse inclusion promote higher rate and extend *in vitro* digestion, with reflections on the caecal activity.
KEY WORDS: *in vitro* parameters, sugarcane bagasse, vinasse, digestibility, degradability

RESUMEN

El estudio pretendió evaluar el bagazo de caña seco o tratado en autoclave, con o sin vinaza, para conejos en ceba, mediante la evaluación de parámetros de digestibilidad, degradabilidad y fermentación *in vitro*. Se utilizaron cinco dietas: 100 g/kg de bagazo seco de caña; 100 g/kg de bagazo seco de caña enriquecido con vinaza; 100 g/kg de bagazo de caña de autoclave; 100 g/kg de bagazo de caña de autoclave con vinaza; y una dieta control. Ensayos *in vitro* emplearon inóculo cecal. Vinaza aumentó la digestibilidad y degradabilidad *in vitro* de la MS (0.72 y 0.67, respectivamente). El control presentó mayor degradabilidad *in vitro* de la MS (0.68) en comparación con dietas sin vinaza. Vinaza aumentó la producción de gas específica del bagazo autoclavado (4.33 a 4.74). Bagazo tratado en autoclave tuvieron mayor fermentación máxima (6.09 vs 5.54 ml/h, respectivamente) y LAG time. Este estudio reveló que el tratamiento en autoclave y la vinaza promueven la digestión *in vitro*, con reflejos sobre la actividad caecal.
PALABRAS CLAVE: parámetros *in vitro*, bagazo de caña de azúcar, vinaza, digestibilidad, degradabilidad

INRODUCTION

Vinasse is composed mainly of water, organic acids, sugars, and minerals [1]. If applied to water or soil in a careless manner, it can become a major polluter. From sugarcane generate large quantities large volumes of bagasse, a lignocellulosic residue from the stalks crushed, which can be used to generate energy, fermented products and animal feed, the latter limited due to its low nutritional value. In this context, being a non-ruminant herbivore that requires the inclusion of a minimum fiber content [2] and maintains a rich and active microbial community in its caecum [3], the rabbit becomes a strategic animal that is able to use a wide range of alternative ingredients maintaining high productive levels.

The objective of this study was to evaluate the potential use of dried or in autoclaved sugarcane bagasse enriched or non-enriched with vinasse in diets for growing rabbits by assessing *in vitro* digestibility, degradability, gas production and fermentation parameters.

MATERIAL AND METHODS

The sugarcane bagasse and vinasse used in the experiment were obtained from a sugar-ethanol plant (Bambuí, Minas Gerais, Brazil). The autoclaved bagasse was obtained by placing dried sugarcane bagasse ground by autoclaving at 120 °C, 15.000 kg/force/m² pressure for 30 min. For vinasse enrichment, both dried and treated bagasse were watered with 300 ml vinasse per kg bagasse, dried during one hour in the air, and then incorporated into the diets. Four experimental diets, containing 100 g/kg dried sugarcane bagasse (DB); 100 g/kg dried sugarcane bagasse enriched with vinasse (DBV); 100 g/kg autoclaved sugarcane bagasse (AB) and; 100 g/kg autoclaved sugarcane bagasse enriched with vinasse (ABV); and a control diet, similar to the experimental diets but without bagasse or vinasse. The inclusion of different types of bagasse was at expense of alfalfa hay and soybean meal to obtain isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets. All procedures were approved by the Ethics Committee for Animal Use of the Federal University of Minas Gerais, under protocol 266/2015. *In vitro* analysis was performed following the methods proposed by Ramos et al. [4] and Boisen [5] to determine the *in vitro* dry matter digestibility (ivDMdig) in a three step incubation. In the first step, the samples were incubated at 40°C for 1.5 h in a fresh pepsin solution. In the second step, the samples were incubated at 40°C for 3.5h in a fresh pancreatin solution. In the last step, was employed that used caecal contents diluted at a ratio of 1:1 (w/v) with buffered mineral solution [6] as inoculum and incubated at 40 °C for 24 h. The ivDMdig was obtained by calculating the difference in weight between the dry matter of the sample before and after incubations. To assay the gas production, *in vitro* dry matter degradability (ivDMdeg) and fermentation parameters, the technique described by Theodorou et al. [6] and adapted by Maurício et al. [7], using the Ankom bags (Ankom Technology, Macedon, NY, USA) was used. The preparation of the inoculum, manipulation and selection of the animals were performed according to the methods used by Calabrò et al. [8]. The gas production was measured by readings after 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 and 24 h of incubation. These values were corrected for the DM content of the samples.

The corrected values were then adjusted to the Gompertz Model [9]: $Yt = B*\exp[(-C)*\exp(-At)]$. Where Yt is the gas produced (ml/g DM) at time t; B is the asymptote quantity of gas produced (maximum amount of gas produced or potential total gas production in ml/g DM); C is the specific gas production rate, affected by t and governed by the constant A, that describes the decay rate specific gas production, and t is the time in hours. The variation in the rate of gas production, time for maximum fermentation rate (TMFR; h), maximum fermentation rate (MFR; ml/h) and the delay in fermentation at the beginning of the incubation (LAG; h) were calculated using equations reported by Lavrenčič [9]. The ivDMdeg was obtained by calculating the difference in weight between the dry matter of the sample before and after incubation. The experimental design was completely randomized and all data were analyzed in a 2x2+1 factorial arrangement using two types of sugarcane bagasse (dried or autoclaved), and two vinasse treatment diets, one with and one without, as factors and their interactions. The control group received an additional treatment, using a diet similar to the treatments but without bagasse or vinasse, and was contrasted between the means of the dietary treatments. When significant, the means were subjected to Tukey's HSD *post-hoc* test.m Responses were considered significantly different when $P<0.05$. All statistical analyses were performed using Software R [10].

RESULTS AND DISCUSSION

Table I shows the *in vitro* digestibility and degradability, and gas production parameters of the experimental diets. The inclusion of vinasse increased ($P<0.05$) the ivDMdig and ivDMdeg of the diets (0.72 and 0.67, respectively), when compared to those that did not contain vinasse (0.69 and 0.65, respectively). In addition, the control diet presented higher ($P<0.05$) ivDMdeg (0.68) when compared to DB (0.65) and AB (0.65), but

was similar to the DBV (0.67) and ABV (0.66) diets. Significant interaction (P<0.05) was found between the effects of bagasse type and vinasse inclusion on the diets for C as for the AB and ABV diets, vinasse inclusion increased C from 4.33 to 4.74, with similar results among the other diets. MFR was significant (P<0.05) for the interaction, and the ABV diet showed higher MFR than the DBV diet (6.09 vs. 5.54 ml/h, respectively). The autoclaving increased (P<0.05) the LAG between diets, compared to the dried bagasse (3.15 and 3.00 h, respectively). LAG was also increased by the inclusion of vinasse, being higher (P<0.05) in diets containing vinasse (3.16 vs. 2.98 h). Among the diets, control and ABV presented higher LAG (3.14 and 3.30 h, respectively). No statistical differences (P>0.05) were found for B, A and TMFR parameters.

Table I. *In vitro* dry matter digestibility (ivDMdig), *in vitro* dry matter degradability (ivDMdeg) and Gompertz model fitted parameters for maximum amount of produced gas (B, mL/g DM), specific gas production rate (C), decay in specific gas production rate (A), maximum fermentation rate (MFR, ml/h), time of maximum fermentation rate (TMFR, h) and lag time (LAG, h) of experimental diets.

Bagasse	Dietary treatments					SEM[1]	P-Value			
Vinasse	DB	DBV	AB	ABV	Control		Bagasse	Vinasse	B x V[2]	C x T[3]
ivDMdig	0.70	0.74	0.69	0.71	0.70	0.01	0.063	0.005	0.256	0.821
ivDMdeg	0.65^{b}	0.67^{ab}	0.65^{b}	0.66^{ab}	0.68^{a}	0.05	0.943	0.016	0.224	<0.001
B, mL/g DM	134	136	143	133	133	1.69	0.491	0.283	0.120	0.426
C	4.47^{ab}	4.37^{ab}	4.33^{b}	4.74^{a}	4.56^{ab}	0.49	0.234	0.096	0.011	0.432
A	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.002	0.884	0.754	0.078	0.702
MFR, mL/h	5.87^{ab}	5.54^{b}	5.59^{ab}	6.09^{a}	5.84^{ab}	0.09	0.480	0.651	0.037	0.732
TMFR, h	14.8	15.6	16.1	14.6	14.9	0.28	0.480	0.070	0.214	0.732
LAG, h	2.97^{b}	3.02^{b}	2.99^{b}	3.30^{a}	3.14^{ab}	0.03	0.004	0.001	0.010	0.212

[1]SEM: standard error mean.
[2]Interaction between bagasse type and vinasse inclusion.
[3]Contrast between dietary treatments and control group.
Means within the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

As the nutritive value of a feed is determined by the concentrations of its chemical composition and their rate and extent of digestion, the similar values of ivDMdig among the diets reveal that the inclusion of sugarcane bagasse and vinasse, since the nutritional levels are maintained, does not alter (P=0.821) the DM digestibility of the diets. In this study, we obtained values between 0.69 and 0.74, close to the average obtained by Villamide et al. [11], when evaluating traditional European ingredients for rabbit feeding. In contrast, 15.2 h TMFR in average among diets is above the caecal retention time, corresponding to 10 h [12], thus the ivDMdeg, which represents the potential caecal degradation, may have overestimated part of the potentially degradable fractions such as cellulose and hemicelluloses that present TMFR above 10 h [9]. The effect promoted by vinasse on ivDMdig and ivDMdeg may be related to its low pH [13], which favors the development of anaerobic microorganisms. However, vinasse promoted an opposite effect on LAG, being higher in diets enriched with vinasses. The reason for this is not clear, as is the effect of autoclaving on LAG in the bagasse, since the variable is directly related to the concentration of active bacteria and nutrients in the inoculum and to their dilution [9]. It is also understood that, as the adaptation (hydration and colonization) of the microorganisms present in the diluted inoculum to the substrate is required, a potential microbial community already present in the vinasse may have an effect on the substrate, providing higher rates. However, this fact can be contested by the higher LAG observed in the presence of vinasse.

CONCLUSIONS

In conclusion, 100 g/kg of sugarcane bagasse can be included in the diet of growing rabbits. Additionally, autoclaving and vinasse inclusion promote higher rate and extend *in vitro* digestion, with reflections on the caecal activity.

REFERENCES

[1] Doelsch, E., Masion, A., Cazevieille, P., Condom, N. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. Waste Manage. 29, 1929-1935, 2009, ISSN 0956-053X.
[2] De Blas, J.C., Mateos, G.G. Feed formulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds). The Nutrition of the Rabbit, 2nd CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 222-232, 2010, ISBN 978-1845936693..
[3] Monteils, V., Cauquil, L., Combes, S., Godon, J.J., Gidenne, T. Potential core species and satellite species in the bacterial community within the rabbit caecum. FEMS Microbiol. Ecol. 66, 620-629, 2008, ISSN 1574-6941.
[4] Ramos, M.A., Carabano, R., Boisen, S. An *in vitro* method for estimating digestibility in rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 15, 938-946, 1992, ISSN 0971-2119.
[5] Boisen, S. A model for feed evaluation based on in vitro digestibility dry matter and protein. In: Fuller, M.F. (Ed.), *In vitro* Digestion for Pigs and Poultry. CAB International, Wallingford, UK., pp. 135-145, 1991, ISBN 978-0851987194.
[6] Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 48, 185-197, 1994, ISSN 0377-8401.
[7] Mauricio, R.M., Mould, F.L., Dhanoa, M.S., Owen, E., Channa, K.S., Theodorou, M.K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. Anim. Feed Sci. Technol. 79, 321-330, 1999, ISSN 0377-8401.
[8] Calabrò, S., Nizza, A., Pinna, W., Cutrignelli, M.I., Piccolo, V. Estimation of digestibility of compound diets for rabbits using the in vitro gas production technique. World Rabbit Sci. 7, 197-201, 1999, ISSN 1989-8886.
[9] Lavrenčič, A. The effect of rabbit age on in vitro caecal fermentation of starch, pectin, xylan, celulose, compound feed and its fibre. Animal. 1, 241-248, 2007, ISSN 1751-7311.
[10] R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. URL https://www.R-project.org/.
[11] Villamide, M. J. Nicodemus, N., Fraga, M.J., Carabaño, R. Protein digestion. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds). The Nutrition of the Rabbit, 2nd CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 39-55, 2010, ISBN 978-1845936693.
[12] Gidenne, T., Pinheiro, V., Falcão-e-Cunha, L. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. Livest. Prod. Sci. 64, 225-237, 2000, ISSN 1871-1413.
[13] España-Gamboa, E.I., Mijangos-Cortés, J.O., Hernández-Zárate, G., Maldonado, J.A.D., Alzate-Gaviria, L.M. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. Biotechnol. Biofuels. 5, 82, 2012, ISSN 1754-6834.

EFFECT OF DIETARY INCLUSION OF DRIED OR AUTOCLAVED SUGARCANE BAGASSE AND VINASSE ON LIVE PERFORMANCE EVALUATIONS ON GROWING RABBITS

EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DIETÉTICA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SECO O TRATADO EN AUTOCLAVE Y VINAZA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS EN CEBA

Ferreira*, F.N.A., Ferreira, W.M., Silva Neta, C.S., Inácio, D.F.S., Mota, K.C.N., Costa Júnior, M.B., Rocha, L.F., Lara, L.B, Fontes, D.O.

Department of Animal Science, Federal University of Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, CEP: 31270-901. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
*E-mail (author for communications): felipe.norberto@yahoo.com.br

ABSTRACT

The study aimed to evaluate dried or autoclaved sugarcane bagasse, enriched or not with vinasse by assessing the live performance of growing rabbits. 110 rabbits were used, distributed in five groups with 22 animals in a completely randomized design and fed: 100 g/kg of dried sugarcane bagasse; 100 g/kg of dried sugarcane bagasse enriched with vinasse; 100 g/kg of autoclaved sugarcane bagasse; 100 g/kg of autoclaved sugarcane bagasse enriched with vinasse; and a control diet. Animals fed with autoclaved bagasse presented better FCR from 30 to 51 days (2.26 vs. 2.44). Furthermore, the FCR from 51 to 72 days was reduced by inclusion of vinasse (4.84 and 5.28). There were no significant differences to live weight, ADF and ADFI among the groups. The results of this study revealed that 100 g/kg of sugarcane bagasse can be included in the diet of growing rabbits without adverse effects on growth performance.
KEY WORDS: growth performance, sugarcane bagasse, vinasse

RESUMEN

El estudio pretendió evaluar el comportamiento productivo de conejos en ceba alimentados con bagazo de caña seco o tratado en autoclave, enriquecido o no con vinaza. Se utilizaron 110 conejos, distribuidos en cinco grupos con 22 animales en diseño completamente al azar y alimentados con: 100 g/kg de bagazo de caña seco; 100 g/kg de bagazo de caña seco enriquecido con vinaza; 100 g/kg de bagazo de caña tratado en autoclave; 100 g/kg de bagazo de caña autoclavado enriquecido con vinaza; y una dieta control. Animales alimentados con bagazo tratado en autoclave demostraron mejor CA de 30 a 51 días (2.26 vs 2.44). Además, la CA de 51 a 72 días fue reducido por la inclusión de vinaza (4.84 y 5.28). No hubo diferencias significativas para peso vivo, consumo y ganancia diaria entre los grupos. Los resultados revelaron que 100 g/kg de bagazo de caña de azúcar puede incluirse en la dieta de conejos en ceba sin efectos adversos en el crecimiento.
PALABRAS CLAVE: comportamiento productivo, bagazo de caña de azúcar, vinaza

INTRODUCTION

Previous research has already focused on the handling and disposal of waste from the biofuels industries due to the inadequate and indiscriminate manner of treatment of these effluents. Brazil is currently the largest sugarcane producer in the world [1]. About 12 to 13 liters vinasse per liter ethanol are produced from sugarcane [2] and 270 kg bagasse per ton harvested cane [3].

Vinasse is composed mainly of water, organic acids, sugars, and minerals [4]. If applied to water or soil in a careless manner, it can become a major polluter. Ethanol production generates large volumes of bagasse, a lignocellulosic residue originating from the stalk of processed sugarcane which can be used to generate energy, fermented products and animal feed, the latter limited due to its low nutritional value. However, the improvement of bagasse by autoclaving and by vinasse enrichment may allow its inclusion in good proportions in animal diets.

Bagasse enrichment with vinasse has already been used in diets for rabbits [5]. Still, vinasse was used in Tifton 85 hays enrichment [6] and included *in natura* in different proportions in rabbit diets [7]. The objective of this study was to evaluate the potential use of dried or autoclaved sugarcane bagasse enriched or non-enriched with vinasse in diets for growing rabbits by assessing their growth performance.

MATERIALS AND METHODS

The sugarcane bagasse and vinasse used in the experiment were obtained from a sugar-ethanol plant (Bambuí, Minas Gerais, Brazil). The autoclaved bagasse was obtained by placing dried sugarcane bagasse ground by autoclaving at 120 °C, 15.000 kg/force/m² pressure for 30 min. For vinasse enrichment, both dried and autoclaved bagasse were watered with 300 ml vinasse per kg bagasse, dried for one hour in the air, and then incorporated into the diets. A total of 110 New Zealand White rabbits of both sexes weaned at 30 d and with a 725 ± 80 g initial weight were housed in individual cages (60 x 60 x 40 cm). The rabbits were randomly divided into five groups of 22 animals each and assigned to five dietary treatments, based on four experimental diets, containing 100 g/kg dried sugarcane bagasse (DB); 100 g/kg dried sugarcane bagasse enriched with vinasse (DBV); 100 g/kg autoclaved sugarcane bagasse (AB) and; 100 g/kg autoclaved sugarcane bagasse enriched with vinasse (ABV); and a control diet, similar to the experimental diets but without bagasse or vinasse. The inclusion of different types of bagasse was at expense of alfalfa hay and soybean meal to obtain isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets. All groups received the diets in the form of 4.0 mm diameter pellets. The rabbits had *ad libitum* access to feed and water throughout the experimental period. Neither rations nor water were treated with antibiotics. The animals were weighed individually at 30 d, 51 d and 72 d. The average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) were also determined for the same periods. All procedures were approved by the Ethics Committee for Animal Use of the Federal University of Minas Gerais, under protocol 266/2015. The experimental design was completely randomized and all data were analyzed in a 2x2+1 factorial arrangement using two types of sugarcane bagasse (dried or autoclaved), and two vinasse treatment diets, one with and one without, as factors and their interactions. The control group received an additional treatment, using a diet similar to the treatments but without bagasse or vinasse, and was contrasted between the means of the dietary treatments. When significant, the means were subjected to Tukey's HSD *post-hoc* test. Responses were considered significantly different when $P<0.05$. All statistical analyses were performed using Software R [8].

RESULTS AND DISCUSSION

The live performance of the groups is reported in Table I. Animals fed with autoclaved bagasse presented better FCR ($P<0.05$) in the period from 30 to 51 days (2.26 vs. 2.44). Furthermore, the FCR in the period from 51 to 72 days ($P<0.05$) was reduced by inclusion of vinasse (4.84 and 5.28). There were no significant differences ($P>0.05$) in live weight, ADF and ADFI among the treatments, in all the evaluated periods.

Table I. Live weight, average daily feed intake (ADFI, g/day), average daily gain (ADG, g /day) and feed conversion ratio (FCR, g/g) in periods of growing rabbits fed diets containing different sugarcane bagasses and vinasse inclusion (*n* = 22 rabbits/treatment).

Bagasse	Dietary treatments					SEM[1]	P-Value			
Vinasse	DB	DBV	AB	ABV	Control		Bagasse	Vinasse	B x	C x T[3]

								V[2]		
Live weight										
30 d, g	723.4	724.5	731.2	729.1	724.5	7.97	0.674	0.915	0.991	0.926
51 d, g	1648	1633	1703	1709	1689	17.52	0.093	0.919	0.792	0.721
72 d, g	2459	2449	2494	2541	2473	24.55	0.337	0.579	0.750	0.766
First period (30 to 51 d)										
ADG, g/day	44.0	43.3	46.3	46.7	45.9	0.69	0.071	0.950	0.744	0.626
ADFI, g/day	105	106	102	106	107	1.26	0.614	0.440	0.423	0.446
FCR, g/g	2.44	2.44	2.23	2.28	2.38	0.03	0.007	0.664	0.670	0.665
Second period (51 to 72 d)										
ADG, g/day	38.6	38.9	37.7	39.6	37.4	0.66	0.675	0.265	0.814	0.327
ADFI, g/day	197	192	201	186	195	3.11	0.999	0.120	0.561	0.848
FCR, g/g	5.14	4.88	5.42	4.80	5.32	0.09	0.600	0.021	0.340	0.210
Whole period (30 to 72 d)										
ADG, g/day	41.3	41.1	42.0	43.2	41.6	0.55	0.379	0.529	0.729	0.774
ADFI, g/day	151	145	151	146	151	1.99	0.873	0.332	0.843	0.697
FCR, g/g	3.70	3.56	3.64	3.40	3.69	0.05	0.290	0.070	0.603	0.310

[1]SEM: Standard error mean.
[2]Interaction between bagasse type and vinasse inclusion;
[3]Contrast between dietary treatments and control group.

Few studies have been conducted to evaluate the potential use of sugarcane bagasse in diets for non-ruminants. Preliminary results obtained with New Zealand White rabbits Ferreira et al. [5] have shown that the use of dried sugarcane bagasse enriched with vinasse in fattening diets is safe up to dietary levels of 150 g/kg, for optimal inclusion of 51.9 g/kg (R^2 = 0.98, $P<0.05$) for higher ADG. In the present study, the maintenance of the nutritional composition, especially energy and protein, of the diets allowed that the bagasse and vinasse could be included in good proportion (100 g/kg) in order to maintain a productive performance over the whole period. Moreover, treating the sugarcane bagasse with high pressure increases the porosity of the cellulose fibers, which promotes better access to the amorphous region in the fiber [3]. Coelho et al. [6], feeding rabbits with semi-simplified diets based on Tifton 85 (530 g/kg of dietary inclusion) enriched or not with vinasse, reported a similar productive performance among diets. However, Oliveira et al. [7] found a linear effect on the FCR by including liquid vinasse up to 100 g/kg in commercial diets of growing rabbits. Adverse effects relate the use of vinasse to the reduction of fecal dry matter with the possibility of occurring diarrhea in pigs [9] due to the high levels of sulfates found in this residue, which softens feces and induces defecation [10].

CONCLUSSIONS

In conclusion, 100 g/kg of sugarcane bagasse can be included in the diet of growing rabbits without adverse effects on their growth performance.

REFERENCES

[1] Demattê, J.A.M., Gama, M.A.P., Cooper, M., Araújo, J.C., Nanni, M.R., Fiorio, P.R. Effect of fermentation residue on the spectral reflectance properties of soils. Geoderma. 120, 187-200, 2004, ISSN 0016-7061.

[2] Martinelli, L.A., Filloso, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. Ecol. Appl. 18, 885-898, 2008, ISSN 1051-0761.
[3] Castañón-Rodriguez, J.F., Welti-Chanes, J., Palacios, A.J., TorrestianaSanchez, B., Ramírez De León, J.A., Velazquez, G., Agular-Uscanga, M.G. 2015. Influence of high-pressure processing and alkaline treatment on sugarcane bagasse hydrolysis. J. Food. 13, 613-620, 2015, ISSN 1750-3841.
[4] Doelsch, E., Masion, A., Cazevieille, P., Condom, N. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. Waste Manage. 29, 1929-1935, 2009, ISSN 0956-053X.
[5] Ferreira, F.N.A., Ferreira, W.M., Mota, K.C.N., Silva Neta, C.S., Lara, L.B., Santos, E.A. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. Rev. Caatinga. 28, 217-226, 2015, ISSN 1983-2125.
[6] Coelho, C.C.G.M., Ferreira, W.F., Mota, K.C.N., Rocha, L.F., Sousa, T.N., Costa Junior, M.B., Silva Neta, C.S., Ferreira, F.N.A. Utilização digestiva e produtiva de dietas semi simplificadas com fenos enriquecidos com vinhaça para coelhos em crescimento. B. Indúst. Anim. 73, 1-8, 2016, ISSN 0067-9615.
[7] Oliveira, M.C., Silva, D.M. Carvalho, C.A.F.R., Alves, M.F., Dias, D.M.B., Martins, P.C., Bonifácio, N.P., Souza Júnior, M.A.P. Effect of including liquid vinasse in the diet of rabbits on growth performance. R. Bras. Zootec. 42, 259-263, 2013, ISSN 1516-3598.
[8] R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. URL https://www.R-project.org/.
[9] Stemme, K., Gerdes, B., Harms, A., Kamphues. J. Beet-vinasse (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs - nutritive value and limitations. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 89, 179-183, 2005, ISSN 1439-0396.
[10] Kamphues, J., Stolte, M., Tschentscher, A., Rust, P. Investigations on the sulfate concentration in milk substitutes and milk products and its effect on feces composition in calves. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr. 106, 466-470, 1999, ISSN 0012-0847.

ESTUDIO DE ÓRGANOS DIGESTIVOS DE CONEJOS EN CEBA ALIMENTADOS CON TALLO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO FUENTE ENERGÉTICA

STUDY OF DIGESTIVE ORGANS OF FATTENING RABBITS FED WITH SUGAR CANE STALKS AS AN ENERGY SOURCE

Vázquez, Y *, Valdivié, M, Berrios, I, Sosa, E
Instituto de Ciencia Animal, Carr. Central, km. 47 ½. Apartado Postal 24, San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba.
* ysnagmy@ica.co.cu

RESUMEN

El uso de la caña de azúcar en la alimentación cunícula tiene amplio uso en Cuba como fuente energética no convencional. El objetivo del trabajo fue estudiar los órganos gastrointestinales de conejos en ceba, al emplear un sistema de alimentación alternativo con tallo de caña de azúcar como fuente energética. Los tratamientos fueron: dieta control con pienso restringido (100g) más forraje de morera ad libitum y un sistema alternativo de alimentación con tallo de caña ad libitum, forraje de morera ad libitum y 30g de pienso/conejo/día (experimental). No se observaron diferencias entre tratamientos en los pesos absolutos, relativos y metabólicos de los órganos digestivos. El peso absoluto del hígado disminuyó ($P<0,05$) con la inclusión del sistema alternativo, pero esta diferencia desapareció al analizar los pesos relativos y metabólicos. Es factible el uso del sistema alternativo por no encontrar influencia negativa en la morfometría de los órganos gastrointestinales de los conejos.

PALABRAS CLAVE: alimentos alternativos, caña, conejos.

ABSTRACT

The use of sugar cane in rabbits feed has wide use in Cuba as an unconventional energy source. The objective of the work was to study the gastrointestinal organs of fattening rabbits, by using an alternative feeding system with sugar cane stalk as energy source. Treatments were: control diet with restricted feed (100 g/rabbit/day) plus forage mulberry ad libitum and an alternative feeding system with sugar cane stalk ad libitum, forage mulberry ad libitum and 30 g of feed/rabbit /day (experimental). There were no differences between treatments in the absolute, relative and metabolic weight of the digestive organs. The absolute weight of the liver decreased ($P <0.05$) with inclusion of the alternative system, but the difference disappeared when relative and metabolic weights were analyzed. The use of the alternative system is feasible because it does not f any negative influence in the morphometry of the gastrointestinal organs of the rabbits.

KEY WORDS: alternative foods, cane, rabbits.

INTRODUCCIÓN

Los esquemas de alimentación de conejos, tradicionalmente se han basado en el uso de ingredientes dietéticos de origen vegetal, fundamentalmente alfalfa, cereales y harina de soya, cuyos precios se han incrementado significativamente en el mercado internacional (FAO, 2015). Por tal motivo, en los países importadores de esos alimentos, los pequeños y medianos productores de conejos, se ven en la necesidad de

elaborar sistemas de alimentación no convencionales, empleando fuentes de energía metabolizable (EM) nacionales más baratas, aunque los animales, tengan una tasa de crecimiento más modesta y se necesite de más tiempo para alcanzar el peso de sacrificio (Valdivié y Bicudo, 2011).
En este sentido, la producción de alimento animal a partir de la caña de azúcar se ha visto siempre como una posibilidad real de obtener cantidades de carne y leche sin necesidad de emplear cereales importados (Villar y Montano, 2011). Es una planta bien consumida por los conejos (Pérez, 2002 y La O *et al*. (2015), lo cual la convierte en una fuente energética atractiva para la alimentación no convencional de esta especie.

El objetivo del trabajo fue estudiar la morfometría de los órganos digestivos de conejos en ceba, al emplear un sistema de alimentación alternativo con tallo de caña de azúcar como fuente de energía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron durante 49 días 30 conejos de un cruce comercial (Nueva Zelanda por Chinchilla) de 40 días de edad y pesos promedio entre 600 y 650 g. Se evaluó un sistema de alimentación con dos variantes que fueron los tratamientos: T1: dieta control que incluyó pienso restringido (100 g) más forraje fresco de morera ad libitum y T2 (experimental): que incluyó tallo de caña fresco *ad libitum*, más forraje fresco de morera *ad libitum* y 30 g de pienso/conejo/día.

Se utilizaron jaulas típicas de alambre galvanizado para conejos de ceba, donde se alojaron 5 animales pertenecientes a la misma camada. Los animales recibieron el agua y el pienso en comederos de barro; el agua a voluntad y el pienso peletizado en 2 comederos por jaula. El forraje de morera se brindó *"ad libitum"* en los peines para forrajes ubicados entre una jaula y otra. El tallo de caña se ofertó limpio de hojas y pajas y momentos antes de ofertarse a los animales se troceó al medio a una longitud de 20 cm. La caña del día se ofertó en 2 ocasiones (el 50 % a las 8:30 am y el otro 50 % a las 4:30 pm).

Los animales se pesaron y previo al sacrificio, se insensibilizaron por el método de la contusión según la técnica descrita por Baumans *et al.* (1997). El abdomen se abrió y se separaron las diferentes porciones del tracto gastrointestinal (TGI). El TGI completo y los órganos digestivos (estómago, intestino delgado, ciego y colon - recto) se pesaron llenos y vacíos, así como órganos accesorios (hígado y páncreas) y el bazo. En el caso del intestino delgado (ID), ciego y colon – recto se midió además su longitud y se obtuvieron los pesos absolutos (g), relativos (g g^{-1}) y metabólicos (g g 0.75^{-1}) de los diferentes segmentos y órganos antes descritos**.**

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el software estadístico INFOSTAT, versión 2012 (Di Rienzo *et al*. 2012). Se realizó análisis de varianza simple para todas las variables y en los casos necesarios se aplicó la dócima de comparación múltiple de medias para $P<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias significativas en los pesos absolutos, relativos y metabólicos del estómago y el ciego (Tabla I). Generalmente, en dietas convencionales, el efecto de la fibra se relaciona con un incremento en el peso del tracto gastrointestinal y algunas secciones. En ocasiones la respuesta ha sido variable, lo que depende del nivel de inclusión y características del material fibroso, especialmente sus características físico químicas (Savón *et al*. 2008).

El tallo de caña como fuente de fibra insoluble, se comporta como un regulador de la velocidad de tránsito y de la entrada del quimo al ciego. Se evitan así, alteraciones microbianas y la proliferación de microorganismos patógenos sin afectar la eficiencia alimentaria (Bi yu *et al*. 1996).

Tabla I. Peso absoluto, relativo y metabólico del estómago y el ciego y longitud del ID, ciego y colon-recto.

Indicadores	Tratamientos		EE (±)	Sig.
	Control[1]	Experimental[2]		
Peso absoluto, g				
Estómago lleno	65,71	56,03	2,73	P= 0,019
Estómago vacío	35,01	30,18	1,57	P= 0,0388
Ciego lleno	48,39	51,41	1,66	P= 0,2106
Ciego Vacio	19,52	21,35	0,60	P= 0,042
Peso relativo, g g-1				
Estómago lleno	3,55	3,08	0,17	P= 0,0735
Estómago vacío	1,89	1,65	0,08	P= 0,0657
Ciego lleno	2,61	2,82	0,10	P= 0,1763
Ciego Vacio	1,06	1,17	0,04	P= 0,0621
Peso metabólico, g g0,75-1				
Estómago lleno	0,23	0,2	0,01	P= 0,0521
Estómago vacío	0,12	0,11	0,005	P= 0,0533
Ciego lleno	0,17	0,18	0,006	P= 0,1748
Ciego Vacio	0,07	0,08	0,002	P= 0,0499
Longitud (m)				
Intestino Delgado	2,41	2,37	0,11	P= 0,7928
Ciego	0,41	0,44	0,06	P= 0,7352
Colon-recto	1,08	1,14	0,12	P= 0,7373

[1] 100 g de pienso + forraje de morera ad libitum

[2] 30 g de pienso + forraje de morera ad libitum + tallo de caña ad libitum

La longitud del ID no se afectó por el consumo de tallo de caña, debido fundamentalmente a que el tiempo de tránsito por este órgano es muy rápido (40-100 min) y no ocurren cambios importantes (Carabaño y Piquer 1998). La longitud del ciego y del colon-recto tampoco mostró diferencias significativas.

El análisis de los pesos absolutos, relativos y metabólicos de los órganos accesorios del TGI (hígado y páncreas), así como el bazo (Tabla II) no mostró diferencias entre tratamientos.

Tabla II. Peso absoluto y relativo del hígado, bazo y páncreas

Indicadores	Tratamientos		EE (±)	Sig.
	Control[1]	Experimental[2]		
Peso absoluto, g				
Hígado	52,07	47,01	1,66	P=0,0409
Bazo	1,44	1,42	0,08	P=0,8868
Páncreas	6,12	6,14	0,10	P=0,9275
Peso relativo, g g-1				
Hígado	2,81	2,57	0,09	P=0,0832
Bazo	0,08	0,08	0,005	P=0,9406
Páncreas	0,33	0,34	0,01	P=0,7104
Peso metabólico, g g0,75-1				
Hígado	0,18	0,17	0,005	P=0,0612
Bazo	0,0053	0,0052	0,0003	P=0,8099
Páncreas	0,0217	0,0220	0,0006	P=0,7409

1 100 g de pienso + forraje de morera ad libitum
2 30 g de pienso + forraje de morera ad libitum + tallo de caña ad libitum

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que es factible emplear el sistema de alimentación alternativo con tallo de caña de azúcar como fuente de energía, por no ocasionar trastornos en la morfometría del tracto gastrointestinal y órganos internos de los conejos en ceba analizados.

REFERENCIAS

1- FAO. Food Outlook. Biannual Report of Global Markets. Roma. Edición digital. 2015. Páginas 136. <Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i5003e.pdf>. [22/10/2015].
2- Valdivié, M., Mora, L y La O, A.L. Colmo de cana-de-açúcar (limpo de folhas e palha). En: Valdivié, M. & Bicudo, S.J. 2011. Alimentação de animais Monogástricos. Mandioca e outros alimentos ñao-convencionals. Páginas 155- 170. ISBN 978-85-98187-39-6.
3- Villar, J y Montano, R. Producción sostenible de alimento animal a partir de la caña de azúcar. Rev. ICIDCA., vol. 45, no. 2 (mayo-agosto), 2011, pp. 35 – 41. ISSN: 0138-6204
4- Pérez, R. La alimentación del conejo con caña de azúcar. En: II Congreso de cunicultura de Las América. 2002. La Habana, Cuba. 19-22 de Junio, 60 p.
5- La O, A. L. *et al*. Alimentación cunícola con follajes tropicales y caña de azúcar. Rev. prod. anim. 2015. 27(1). <Disponible en https://rpa.reduc.edu.cu/147/15/1/147150109.pdf>. [10/02/2017]. ISSN, 0258-6010.
6- Baumans, V. *et al*. Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2. Laboratory Animals. 1997. 31(1): 1–32, ISSN: 0023-6772, 1758-1117.
7- Di Rienzo, J. A. *et al*. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2012 <Disponible en: http://www.infostat.com.ar>.
8- Savón, L *et al*. Efecto de la harina de follaje de Tithonia diversifolia en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. Zootecnia Trop. 2008. 26 (3): 387-390. ISSN: 0798-7269.
9- Bi yu, P. y Chiou, W.S.. Effects of crude fibrelevel in the diet on the intestinal morphology of growing rabbits. Laboratorie Animal. 1996. 30 (2):143-148.
10- Carabaño, R y Piquer, J. The digestive system of the rabbit. En : C de Blas and Wiseman. The nutrition of the Rabbit..1998. Ed., CAB Publishing. Wallingford, UK. pp 1-16. ISBN. 0 85199 279 X.

UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS FIBROSOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA, EN EL MARCO DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE

USE OF SUGARCANE FIBROUS WASTE IN THE HUMAN DIET, WITHIN THE FRAMEWORK OF A SUSTAINABLE DEVELOPMENT

LLanes-Gil López, D. I. [a]; Lois-Correa, J. A.[a]; Sánchez-Pardo, M. E. [b], Orta-Guzman,V. N. [a]
[a] Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones en Ciencia Aplicada y Tecnología de Avanzada, CICATA-Altamira. Km 14.5 carretera Tampico –Puerto Industrial Altamira, Tamps., México CP 89600, Tel: (+52-833) 4474270. diana.llanes@ymail.com
[b]Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del ENCB-IPN, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. Wilfrido Massieu Esq. Cda. Manuel Stampa s/n C.P. 07728, Delegación Gustav A. Madero, México.

RESUMEN

México ocupa el quinto lugar en producción mundial de caña de azúcar; no obstante, el aprovechamiento de sus residuos fibrosos es escaso; en ese sentido, en este trabajo fue desarrollada una harina combinada a partir del bagazo de caña de azúcar con harina de trigo concebida a una aplicación en la industria alimenticia, incursionando en la fabricación de "chapatas", un tipo de pan fermentado suplementado con bagazo de caña de azúcar delignificado mediante un tratamiento alcalino. Igualmente, se observó un aumento en el contenido de Fibra Dietaria, en comparación con la chapata convencional (testigo) de 8.76% a 11.67% y a la vez, se registró un aumento en la capacidad antioxidante de 12% en relación al pan testigo. Este aumento resulta positivo para la alimentación humana ya que el consumo de Fibra está relacionado con la disminución de algunas enfermedades gastrointestinales teniendo un impacto positivo en enfermedades tales como obesidad y diabetes.
Palabras clave: alimentación humana, bagazo de caña, fibra dietaria.

ABSTRACT

Mexico occupies the fifth place in sugarcane production, although the use of its fibrous waste is scarce, in this sense a mixed flour was developed from sugarcane bagasse and wheat considering its application in the industry Of human food, involved in the manufacture of "chapatas", a type of fermented bread which is supplemented with bagasse of sugar cane delignified by an alkaline treatment. An increase in Dietary Fiber content was observed when compared to the conventional chaplet (control) from 1.07% to 2.08%. An increase in the antioxidant capacity of 12% in relation to the control pan was obtained. This increase is positive for human consumption since the consumption of fiber is related to the decrease of some gastrointestinal diseases having a positive impact in diseases like obesity and diabetes.
Key words: cane bagasse, human diet, dietary fiber.

INTRODUCCIÓN

En México se genera cerca de 76 millones de toneladas de materia seca proveniente de 20 cultivos, de los cuales aproximadamente el 80% corresponde a residuos primarios, el 20 % restante corresponde a residuos secundarios obtenidos del procesamiento post-cosecha, entre los que se encuentran: bagazo de caña de azúcar, mazorcas y olotes, bagazo de maguey o agave, así como pulpa de café entre otros (Valdez-Vázquez *et al*. 2010). La mayoría de dichos residuos se pueden reutilizar, teniendo un tratamiento previo o directamente. La caña de azúcar, es una de las principales alternativas para la elaboración de tecnologías sustentables y esto se debe, en gran medida, a su gran contenido energético y a la pluralidad de usos que manifiesta, baste señalar que a partir de los residuos de la caña de azúcar se puede generar más de 300 co-productos, algunos de ellos de significativo valor agregado. Sin embargo, en México la utilización de estos subproductos está reducida escasamente al bagazo como fuente de energía en las calderas, donde es quemado para producir energía calorífica.

Una de las fuentes más importantes de residuos fibrosos disponibles en el Estado de Tamaulipas, y en toda la República Mexicana, es la agroindustria azucarera por la gran cantidad de bagazo que ella genera. Como fibra agroindustrial, el bagazo tiene la composición, propiedades y estructura más apropiadas para diferentes usos tales como producción de compósitos, textiles, furfural, alimento animal y fármacos entre muchos otros. Actualmente, una parte de la biotecnología se ha dirigido a investigaciones en el uso y aprovechamiento de los residuos agroindustriales resultantes de cosecha para la producción de co-productos tales como insumos de otros procesos industriales; dichos residuos son aprovechados de manera insuficiente a pesar de representar una formidable fuente potencial de alimentación y generación de energía. Su aprovechamiento tendría, adicionalmente, el objetivo de reducir el impacto ambiental que ocasiona su disposición, a la vez que generar co-productos de valor agregado, la producción de bio-energéticos y la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue desarrollar una harina a partir del bagazo de caña de azúcar combinada con harina de trigo destinados a su aplicación en la industria alimenticia. En su desarrollo se ha incursionado en la fabricación de "chapatas", un tipo de pan fermentado suplementado con bagazo de caña de azúcar delignificado mediante un tratamiento alcalino asistido con microondas (sujeta a patente en proceso ante en las instancias correspondientes)

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

El bagazo de caña de azúcar fue donado por el ingenio azucarero SAPI SA de CV del Estado de Veracruz, México lavado y desinfectado con ácido cítrico previo a su procesamiento. Posteriormente, se molió en un molino de martillos con malla 140 mesh (1 mm haz de luz). La Microscopia Confocal con Barrido Laser se realizó en un microscopio marca *Carl Zeiss.*

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se aplicó un tratamiento alcalino para delignificar las fibras previo a su inclusión en la harina, el agente alcalino aplicado fue hidróxido de sodio (marca *Fermont* (con número CAS 1310-73-2) al 2% V/V, y fue asistido por microondas. El fundamento de este tratamiento radica en que el calentamiento del agua intersticial que posee la muestra distiende sus células provocando rupturas en el tejido parenquimatoso del bagazo, propiciando a su vez la ruptura de enlaces de hemicelulosa y lignina. Después del tiempo de reacción las fibras fueron lavadas con agua destilada hasta igualar el pH de esta última, posteriormente fueron filtradas en un embudo *Buchner*, adaptado al vacío. Previo a su análisis las fibras tratadas fueron secadas a 100° C.

Determinación de fibra dietaria. Se determinó por el método 32.05 de la AACC (2000), mediante el cual se utilizó una combinación de enzimas: α-amilasa termoestable, amiloglucosidasa y proteasa, con la finalidad de digerir y eliminar el almidón y proteínas; quedando el material no digerible (fibra) el cual se filtró y pesó. Por su parte la **determinación de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina detergente ácida** se realizaron por el método de Van Soest (*Van Soest*, 1991).

Determinación de la capacidad antioxidante por el radical DPPH$^{\bullet}$. El principio de este ensayo se basa en la reducción del radical DPPH$^{\bullet}$ a $DPPH_2$ mediante la reacción con una sustancia donadora de un átomo de hidrógeno. La absorbancia es monitoreada en el intervalo de 515 – 520 nm, donde el color púrpura de la solución cambia a amarillo y se observa una reducción en la absorbancia (*Haminiuk* y col., 2012).

Se realizó un análisis sensorial de los productos elaborados aplicando una escala hedónica, los participantes fueron 50 evaluadores no especializados, los cuales evaluaron con una ponderación numérica del 4 *("me disgusta mucho")* a 10 (*"me gusta mucho").*

Cabe destacar que toda la matriz experimental de los tratamientos alcalinos asistidos por microondas; así como, su respectiva evaluación química (Fibra detergente neutra, Fibra detergente ácida, Lignina detergente ácida, Fibra dietaría y Capacidad antioxidante por DPPH) y Evaluación sensorial; fueron realizadas conjuntamente en las instalaciones del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA Altamira) y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-Zacatenco) respectivamente, ambos centros pertenecientes al Instituto Politécnico Nacional.

RESULTADOS

En la tabla I se puede observar que el contenido de fibra dietaría aumentó en las formulaciones con bagazo de caña de azúcar en relación a la chapata testigo, este incremento fue más alto que productos similares, al respecto, *Chauhan*, y colaboradores en el 2015 elaboraron galletas con germinado de amaranto, mismas que tenían un contenido de fibra dietaría de 9.93 g /100 g, este valor es equiparable a los obtenidos en las chapatas sustituidas con bagazo en las cuales se obtuvo un mayor contenido de fibra dietaria (11.67 g/100g).

En relación al contenido de antioxidantes se observó que la chapata sustituida al 8 % tuvo mayor capacidad antioxidante en relación a la chapata testigo. Al respecto, en la literatura existen reportes de productos similares, tal es el caso de galletas suplementadas con germinado de amaranto, las cuales tienen una menor capacidad antioxidante que las chapatas formuladas, obteniendo un 21.43 % de inhibición de DPPH (Chauhan, 2015) en comparación con la chapata formulada con 8 % de Bagazo la cual tiene 66.8 % de inhibición ante el radical DPPH (Brand-Williams, 1995). El aumento en la inhibición de este radical es favorable toda vez que en la alimentación humana se reporta una mejoría los niveles de oxidación de los mismos.

Tabla I. Análisis químicos especiales de diferentes formulaciones de chapatas.

Muestra	***Lignina***	***Celulosa***	***Hemicelulosa***	***Fibra dietaría***	***% de inhibición DPPH***
Chapata testigo	na	Na	Na	8.76 ± 0.61	54.5 ± 1.14
Chapata 5 % BCA	1.14± 0.33	0.26	0.77	10.12 ±0.41	47.6 ± 1.36
Chapata 8 % BCA	1.35± 0.69	0.38	0.85	11.67 ±0.73	66.8 ± 1.8

Por su parte, en la Figura 1 se puede observar una chapata testigo marcada con marcadores selectivos (Rodamina B y Calcofluor) se aprecian los gránulos de almidón en forma circular de color rojo debido a la Rodamina B (numeral 1. a). Y en el numeral (1 b) se muestra una microscopía de una chapata con 8 % de bagazo (Chimenez Tiago, 2014), en color azul están marcadas las fracciones de celulosa teñidas selectivamente con calcofluor y en color rojo los gránulos de almidón teñidos con Rodamina B. Mediante estas micrografías se puede apreciar una correcta inclusión del bagazo de caña en la matriz de la chapata.

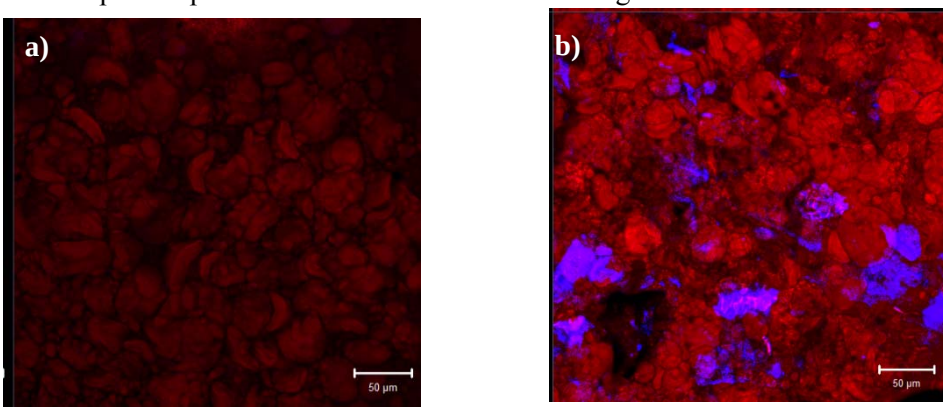


Figura 1. Micrografias obtenidas por Microscopia Confocal con Barrido Laser a) Chapata testigo sin sustitución, b) Chapata sustituida con bagazo al 8%.

En la Figura 2 se puede apreciar que los evaluadores no manifestaron una diferencia significativa en cuanto a textura y sabor en las dos formulaciones evaluadas, en comparación con la chapata testigo. Por su parte, en lo referente a color la diferencia fue de 0.7 lo cual es estadísticamente significativo;

sin embargo, para fines del experimento, se muestra una diferencia menor a la unidad por tanto no impacta a los resultados.

La inclusión de bagazo de caña tuvo un impacto positivo en relación al olor, ya que las calificaciones obtenidas en este parámetro fueron mejores para las formulaciones que contenían bagazo.

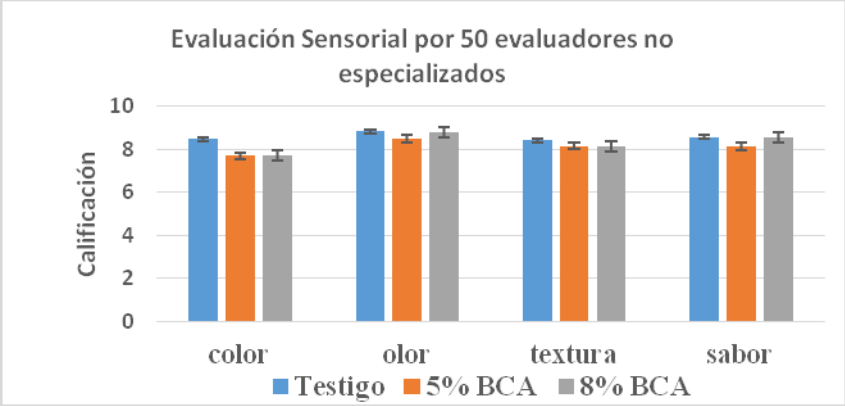


Figura 2. Análisis sensorial realizado a las distintas formulaciones de chapatas formuladas con sustitución de bagazo de caña de azúcar.

CONCLUSIONES

A partir de los experimentos realizados con el tratamiento alcalino asistido con microondas se pueden apreciar cambios físicos en las fibras tratadas, debidos a la ruptura de los enlaces de la lignina. Como resultado de las evaluaciones sensoriales del panel de evaluadores no entrenados (50 personas) se puede colegir la utilización de las fibras de residuos agroindustriales de la caña de azúcar en la alimentación humana. En tal sentido, con el desarrollo de estas tecnologías se contribuye a disminuir los efectos de la contaminación ambiental generada por la quema de caña de azúcar en México.

AGRADECIMIENTOS

A los Proyectos SIP 2017-0761, 2016-0764 del Instituto Politécnico Nacional (IPN), a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), y al Instituto Tecnológico de Altamira (ITA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valdez-Vázquez I, Acevedo-Benítez J A & Hernández-Santiago C (2010) Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renew. Sust. Energy Rev.* 14: 2147-2153.
2. ACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 32-05.01 Total Dietary Fiber, November 3, 1999. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A. http://dx.doi.org/10.1094/AACCInt Method-02-03.02
3. Van Soest, P.J. and Robertson, J., 1991. *Analysis of forages and fibrous of the feeds*. Cornell University, Ithaca, New York. Laboratory Manual for Animal Science.
4. Haminiuk *et al* (2012) A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques F*ood Research International*, *Volume 60*, *June 2014*, *Pages 246-254.*
5. Chauhan, D.C. Saxena, Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) Flour Department of Food Engineering and Technology, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology, India , LWT - Food Science and Technology 63 (2015).
6. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT – Food Science and Technology, 28(1),25–30.
7. Chimenez Tiago A., et al (2014). Characterization of sugarcane bagasse by autofluorescence microscopy, *Cellulose* (2014) 21:653–664 DOI 10.1007/s10570-013-0135-9.

AGRICULTURA CAÑERA

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados
DIVERSIFICACIÓN 2017

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE DIFERENTES DISEÑOS DE PLANTACIÓN EN CONDICIONES DE RIEGO POR GOTEO Y SECANO DE CAÑA DE AZUCAR EN TUCUMÁN, ARGENTINA

SUGARCANE PRODUCTIVITY USING DIFFERENT PLANTING DESIGN UNDER DRIP IRRIGATION AND RAIN-FED CONDITIONS IN TUCUMÁN, ARGENTINA

Romero E.R.; Sanchez Ducca, A.; Giardina J.; Digonzelli P.; Leggio F.; Ullivarri, J.; Tonatto, J.; Romero J.I; Sosa, F.
EEAOC, Av.Williams Cross 3150, Las Talitas, Tucumán; Argentina; erromero@eeaoc.org.ar

RESUMEN

La productividad de la caña de azúcar puede ser incrementada a través de la técnica del riego por goteo, lo cual fue confirmado mediante la evaluación de los diferentes diseños de plantación en condiciones de riego por goteo y a secano. En este escenario el diseño de surcos de base ancha a 1,60 m en condiciones de riego por goteo demostró lograr la mayor productividad (t/ha) durante los tres años evaluados. En secano ninguno de los nuevos diseños logró superar productivamente al actualmente difundido comercialmente (base ancha a 1,60 m), pero éstos mostraron un comportamiento productivo bastante similar.
La caída de producción observada en la cosecha 2016, en todos los diseños y alternativas hídricas, mostró estar asociada en gran medida al efecto de la combinación de algunos factores ambientales, que resultaron desfavorables para la construcción de biomasa (menor radiación, menor transpiración).
PALABRAS CLAVES: Diseños plantación, disponibilidad hídrica, factores ambientales

ABSTRACT

Drip irrigation constitutes an excellent technology to improve the productivity of sugarcane, highlighting very important productive differences in different planting designs evaluated under drip irrigation and rain-fed conditions. In this scenario, wide furrows design at 1.60 m under drip irrigation showed a greater productivity (t/ha) for the three evaluated years. Under rain-fed conditions, no new planting design overcame productivity of the commercial design used at the present (wide furrows design at 1.60 m), even dough they showed a very similar performance. Production decrease observed in 2016 harvesting season, in all situations, was strongly associated to the combined effect of some environmental factors that turned out to be unfavorable for biomass generation (lower radiation and lower transpiration).

KEY WORDS: Designs plantation, water availability, environmental factors

INTRODUCCION

Entre las tecnologías que más contribuyeron al aumento de la productividad de los cañaverales de Tucumán, Argentina, se destacan la modificación del diseño de plantación con la incorporación de los surcos de base ancha a 1,60 m en la década de los 90 (Romero *et al*, 1992) y la generalización de la cosecha mecanizada en verde (Romero *et al*, 2009).
Actualmente, el principal costo de producción en nuestra región es la cosecha mecanizada, sumado a los problemas de compactación ligada al tráfico de maquinaria. Por este motivo, es necesario revisar, proponer y evaluar nuevas alternativas de diseños de plantación que, al menos manteniendo los niveles productivos actuales y en lo posible mejorándolos, reduzcan el consumo de combustible (menor costo y contaminación) y disminuyan los problemas de compactación ocasionados por el tráfico de la maquinaria, mejorando la longevidad del cañaveral y la ecuación económica y ambiental del cultivo.
Además, existe información respecto del significativo impacto que tiene el riego en la mejora de la capacidad productiva de los cañaverales tucumanos. Estudios realizados en Tucumán en los que se evaluó la respuesta de la caña de azúcar al riego por goteo sustentan esta propuesta, señalando importantes incrementos de rendimiento cultural respecto a la producción en secano (Romero *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2008).
La integración de estas estrategias agronómicas puede definir un avance sustentable de la productividad vertical de nuestros cañaverales en el corto a mediano plazo, como así también sostener el proceso de

expansión de la caña de azúcar a áreas marginales. Este es el propósito del proyecto PROBICAÑA que desarrolla la EEAOC junto a la empresa Zafra S.A. y John Deere desde 2011.

El objetivo del presente trabajo fue en primer lugar evaluar el efecto de diferentes diseños de plantación sobre la capacidad productiva de los cañaverales en condiciones de riego por goteo y bajo condiciones de secano en un área de expansión del cultivo en Tucumán, Argentina, con lluvias similares o cercanas a los 700 mm anuales. Asimismo, se evaluó la incidencia de los factores ambientales en el comportamiento de la caña de azúcar en años sucesivos de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en un campo experimental perteneciente a la EEAOC, en la localidad de Overo Pozo (Cruz Alta), al este de Tucumán, Argentina. La plantación se realizó en agosto del 2012, empleando caña semilla de alta calidad, variedad LCP 85-384, proveniente de Semilleros Registrados de la EEAOC.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones. Cada parcela estuvo constituida por 12 surcos de 60 m de largo. Cada diseño de plantación se evalúa en condiciones de riego por goteo y a secano (subtratamiento). Los tratamientos fueron:

Diseño 1: Surcos alternos (2,50 m): La distancia de centro a centro de surcos es de 2,50 m. Este diseño consta de dos líneas simples de plantación separadas a 0,90 m (40 líneas dobles por ha).

Diseño 2: Surcos súper ancho (2,00 m): La distancia de centro a centro de surcos es de 2,00 m. Consta de un surco de base de 0,80 m con 3 hileras de caña semilla (50 surcos/ha)

Diseño 3: Surcos de 1,80 m: La distancia de centro a centro de surcos es de 1,80 m, con un surco de base ancha de 0,40 m (55 surcos/ha)

Diseño 4: Surcos de base ancha (1,60 m): La distancia de centro a centro de surcos es de 1,60 m. El diseño consta de un surco de base ancha de 0,40 m (62,5 surcos/ha). Este diseño se utiliza como testigo, ya que es el difundido en el área cañera de Tucumán.

El equipo de riego utilizado consta de una cinta de riego debajo de cada línea de caña con goteros integrados autocompensados de 1 l/h de caudal y distanciados entre sí 0,5m. Capacidad de riego de 3mm diarios. Los riegos se iniciaron en cada año en septiembre/octubre y cesaron a finales de febrero. Los momentos y láminas de riego durante cada ciclo se establecieron sobre la base de un balance hídrico diario (capacidad almacenamiento suelo; evapotranspiración y lluvias) y en función del requerimiento según fase fenológica. La Información ambiental provino de la estación meteorológica de la EEAOC, sita en la localidad Monte Redondo, vecina al lugar de ensayo.

Para la fertilización se utilizó una dosis de 90 kg N/ha año, con una fuente líquida, en los distintos diseños y subtratamientos hídricos evaluados. En los tratamientos con riego por goteo (fertirriego) la dosis se dividió en 2 o 3 aplicaciones entre fines de octubre y principio de diciembre. En los en secano se fertilizó en una sola aplicación a mediados-fines de noviembre.

La producción de caña de las socas 1, 2 y 3 fue estimada a partir de la información de los componentes del rendimiento (número y peso de tallos molibles). Para esto, previo a la cosecha, se efectuó un conteo de tallos sobre 3 subparcelas de 10 m de largo por réplica y se extrajeron 2 muestras de 10 tallos sucesivos por parcela, los cuales fueron pelados, despuntados en el punto natural de quiebre y pesados. La cosecha del lote experimental se efectuó mecánicamente y en verde, conservando los residuos en superficie.

La producción de la caña planta (2013) no se incluye en este análisis debido a que el ensayo se implantó en una primavera de muy baja disponibilidad hídrica y a fin de asegurar su implantación se decidió regar todas las parcelas, no discriminando los subtratamientos hídricos.

Para el análisis estadístico de los datos, se realizó el ANOVA y la Prueba de las Mínimas Diferencias Significativas (LSD) con el programa InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como de observa en la tabla 1, se destacan diferencias altamente significativas entre las situaciones hídricas evaluadas, registrando en los cañaverales bajo riego las mayores producciones en los tres años evaluados, con un incremento promedio anual de 35,5 t/ha respecto del secano, con las mayores diferencias en la soca 1 y los menores en la soca 3.

Considerando los 4 diseños evaluados dentro del subtratamiento riego por goteo, se destacan, en general, los surcos de base ancha a 1,60m (testigo comercial) como el que evidenció la mayor respuesta al riego en las 3 edades (superior al 50%), superando a las restantes alternativas aunque las diferencias no son siempre estadísticamente significativas. Considerando el promedio general, el testigo superó a los demás tratamientos entre 15,6 y 19,3 t/ha año, si bien estas diferencias no tuvieron significación estadística. No se detectaron diferencias significativas entre los restantes diseños en ninguna edad, excepto el diseño súper ancho a 2 m en la soca 3.
En el caso del subtratamiento en secano, en general, los diseños evaluados no presentaron ventajas productivas diferenciales y significativas con respecto al testigo, en las 3 socas estudiadas, si bien se observan algunas variaciones en el comportamiento según años.

Tabla 1: Producción de caña (t/ha) en las 3 socas evaluadas, según diseño de plantación y riego y secano.

DISEÑOS	**SOCA 1**		**SOCA 2**		**SOCA 3**		**PROMEDIO**	
	Caña (t/ha)		Caña (t/ha)		Caña (t/ha)		Caña (t/ha)	
	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano
2,5	***130,2 b***	72,9 d	***122,8 b***	94,4 c	***91,3 a***	79,3 ab	***114,8 B***	82,2 C
2	***138,5 ab***	88,7 c	***128,4 b***	94,5 c	***69,6 b***	65,4 bc	***112,2 B***	82,9 C
1,8	***137,2 ab***	74,0 d	***118,6 b***	101,2 c	***77,2 abc***	64,2 c	***111,0 B***	79,8 C
1,6	***148,0 a***	80,5 c	***152,9 a***	98,2 c	***90,2 a***	65,6 bc	***130,3 B***	81,4 C
Promedio	***138,5 A***	**79,0 CD**	***130,7 A***	**97,1 B**	***82,1 C***	**68,6 C**		

En resumen, en las 3 edades de cepa evaluadas, tanto en riego como en secano, ninguno de los nuevos diseños logró superar significativamente en cuanto a la capacidad productiva al actualmente difundido en Tucumán, los surcos de base ancha a 1,60 m. Sin embargo, y en especial en secano, éstos mostraron un comportamiento productivo bastante similar al diseño testigo y quizás en un futuro podrían reemplazarlo, si se demostraran algunas ventajas técnicas, ambientales y/o económicas adicionales que justifiquen su implementación.
Otro aspecto interesante que se evidencia en la Tabla 1 es la llamativa disminución en la capacidad productiva de los cañaverales registrada en la cosecha 2016 (soca 3), situación que se evidencia en todos los diseños e incluso en los dos tratamientos hídricos. Esta pérdida de producción respecto de la soca 2, en promedio de diseños y tratamiento hídrico, significó 38 t/ha. Incluso se observa que esta reducción fue mayor en la caña regada, con una caída de 48,6 t/ha respecto de 28,5 t/ha registrada en secano.
El análisis del comportamiento de los componentes del rendimiento evidenció que el peso/tallo fue el que más sufrió este efecto negativo, con una disminución promedio de 159 g/tallo (22%) y con una caída mayor bajo riego (179 g/tallo) que en secano (129 g/tallo). La población de tallos a cosecha también mostró una disminución que en promedio alcanzó un 15%, es decir una caída media de 2,4 tallos/m^2 (riego: 3,2 tl/m^2; secano:1,7 tl/m^2). De esta manera, la pérdida en peso por tallo contribuyó a la caída general de la producción de caña registrada en 2016 en un 64% y la población en el 36%.
Si bien existen antecedentes que señalan en Tucumán que las socas más productivas son las más jóvenes (Socas 1 y 2), la magnitud de la reducción productiva observada en la Soca 3 en todas las variantes evaluadas motivó a efectuar un mejor análisis de los factores ambientales registrados en cada campaña.
En la tabla 2 podemos observar el comportamiento de las precipitaciones, la evapotranspiración, el aporte del riego y el balance hídrico en las tres campañas evaluadas desde julio a junio del año siguiente. Además se compara la radiación global incidente acumulada en cada ciclo (agosto-mayo), como la correspondiente a las etapas fenológicas iniciales hasta el cierre del cañaveral (agosto-diciembre).

En el ciclo 2015-2016 se registró una disminución de la radiación global acumulada en el ciclo respecto del año anterior del 9,5% y de un 15,5% en relación del 2013-2014, resultando el ciclo 215-2106 inferior en un 12,5% y del 21,2% entre agosto y diciembre respecto las socas anteriores.

Tabla 2. Comportamiento de la evapotranspiración, lluvias y el aporte del riego en las tres campañas evaluadas, considerando el período agosto- mayo, y de la radiación solar acumulada en cada ciclo y en la fase agosto-diciembre.

Campaña	Edad Cepa	ETo (mm)	Lluvia (mm)	Riego (mm)	Déficit total (mm)	Déficit real (mm)	Radiación Acumulada ciclo (MJ/m^2)	Radiación Acum. Ago-Dic. (MJ/m^2)
2013-2014	**Soca 1**	1227,4	611,4	479	-577	-98	5409,8	3005,0
2014-2015	**Soca 2**	1101,3	818,6	238	-282,7	-44,7	5040,3	2705,6
2015-2016	**Soca 3**	838,3	610,7	140	-227,6	-87,6	4570,1	2368,8

Además, en 2016 se destaca una marcada disminución de ETo respecto la soca 2 (23,8 %), lo que generó, a pesar de una limitada precipitación, un balance hídrico relativamente más favorable al cultivo. Sin embargo estas condiciones de muchos días nublados sin lluvias o con solo lloviznas (menor radiación), asociado con una menor demanda atmosférica (menor transpiración y fotosíntesis), podría haber afectado la capacidad del cañaveral de construir biomasa, evidenciada en una disminución sustancial del peso medio de los tallos en todos los diseños como también, aunque con magnitudes variables, en riego como en secano, como se señalo previamente. Además, la menor radiación en las etapas iniciales de la caña soca podría haber afectado la intensidad del macollaje (Romero *et al.*, 2009), que derivó en una menor población a cosecha, que se observó en este ensayo.

Esta situación también habría afectado en mayor medida la capacidad del cultivo de responder al riego adicional, asociado a la limitación en la magnitud de la transpiración, incluso con el aporte del riego, impuesta por la menor ETo. Esta situación de la Soca 3 se contrapone con lo observado en la soca 1, ciclo con similar precipitación pero asociado a una mayor ETo y radiación incidente, detectándose una elevada respuesta al riego por goteo.

CONCLUSIONES

El riego por goteo confirmó constituir una excelente tecnología para mejorar la productividad de la caña de azúcar, destacándose diferencias productivas muy importantes en los diferentes diseños evaluados en condiciones de riego por goteo y a secano. En este escenario el diseño de surcos de base ancha a 1,60 m en condiciones de riego por goteo demostró lograr la mayor productividad (t/ha) durante los tres años evaluados. En secano ninguno de los nuevos diseños logró superar productivamente al actualmente difundido comercialmente (base ancha a 1,60 m), pero éstos mostraron un comportamiento productivo bastante similar.

La caída de producción observada en la cosecha 2016 en todos los diseños y alternativas hídricas, estar asociada en gran medida al efecto de la combinación de algunos factores ambientales, que resultaron desfavorables para la construcción de biomasa (menor radiación, menor evapotranspiración).

REFERENCIAS

1.- Romero E.R. Scandaliaris J. Roncedo M.A. Martín L. 1992. “Influencia de los surcos de base ancha en la capacidad productiva de variedades comerciales de caña de azúcar”. RIAT 69 (1-2): 23-26.

2.- Romero, E.R.; Digonzelli, P.A. y Scandaliaris, J. 2009. Cap. 1 y 13. Manual del cañero. 1er ed. EEAOC. Tucumán, Argentina.

3.- Romero, E.R.; Scandaliaris, J.; Sotomayor, L.; Alonso, L. 2004. Resultados de la primera experiencia de riego por goteo en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. RIAT 80 (1-2): 5- 9.

4.- Sosa, F.; Figueroa, L.; Hernández, C.; Morandini, M.; Sanzano,G.A.; Hasan, A. y Romero, E.R. 2008. Respuesta de la caña de azúcar a distintos umbrales de riego por goteo. Avance Agroind. 29(3):34-39.

EFECTO DE LA COBERTURA CON RESIDUO AGRÍCOLA DE COSECHA (RAC) SOBRE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL RENDIMIENTO CULTURAL Y LA PRODUCCIÓN DE CAÑA EN DIFERENTES ENSAYOS EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN - ARGENTINA

SUGARCANE TRASH BLANKET EFFECT ON YIELD COMPONENTS AND CANE PRODUCTION IN TUCUMÁN – ARGENTINA

Juan Fernández de Ullivarri, Fernanda Leggio, Eduardo. R. Romero, J. Giardina, Laura Tortora, Mercedes Medina, J. Tonatto y Patricia Digonzelli

Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. William Cross 3150, Las Talitas, Tucumán, Argentina (4101). jullivarri@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Se analizaron resultados de tres ensayos donde se evaluó el efecto sobre la población y el peso de tallos y sobre la producción final de caña/ha de dos sistemas de manejo: a) cosecha integral en verde con mantenimiento del RAC sobre el suelo y b) cosecha integral en verde eliminando la cobertura de RAC. En general, la cobertura con RAC no afectó negativamente ni la población ni el peso de los tallos de la variedad LCP 85-384. En algunos ciclos, incluso aumentó significativamente el valor de uno o ambos parámetros. En todos los casos analizados la cobertura no afectó negativamente la producción de caña/ha, observándose una tendencia consistente, y en algunos casos estadísticamente significativa, a un incremento en la producción de caña cuando se dejó el RAC sobre la superficie del suelo.
Palabras clave: Residuo agrícola de cosecha, caña de azúcar, caña verde, rendimiento cultural

ABSTRACT

The results of three trials were analyzed in which the effect on population, weight of stems and on sugarcane production of two management systems was evaluated: a) with trash blanketing and b) without trash blanketing. Sugarcane residue did not negatively affect either the population or the weight of the stems of LCP 85-384. In some cycles, the value of one or both parameters increased significantly. In relation to sugarcane production, in all cases,trash blanket managementdid not affect sugarcane production per hectare.A consistent, and in some cases statistically significant, a tendency to an increase in the yield when sugarcane residue was left on the soil surface was observed.
Key words: sugar cane, trash blanket management, sugarcane production

INTRODUCCIÓN

El estudio de diferentes sistemas de manejo del residuo agrícola de cosecha (RAC) y sus implicancias sobre la producción de caña de azúcar es de gran importancia en Tucumán-Argentina, donde la quemadel mismo está prohibido. Después de la cosecha sin quema, quedan entre 12 a 17 t de RAC/ha, que pueden mantenerse como cobertura (mulching), incorporarse en el suelo o retirarse del campo. El mulching mejora la conservación de la humedad edáfica, aporta materia orgánica, favorece el reciclado de nutrientes, disminuye la erosión, reduce la temperatura en los primeros centímetros del perfil, y contribuye al control de malezas (Morandini *et al*. 2005; Sanzano *et al*., 2009; Digonzelli *et al.*, 2011 y Fernández de Ullivarri*et al*., 2012). En Tucumán 80% del área cañera se cultiva en secano ydurante la brotación y el macollaje, la disponibilidad hídrica es insuficiente para satisfacer los requerimientos del cañaveral. Este es uno de los motivos por los que, en gran parte del área cañera tucumana, se considera que el mantenimiento dela cobertura de RAC es una práctica que contribuye a mejorar la productividad del cañaveral (Digonzelli, *et al.*, 2011 y Fernández de Ullivarri*et al.*, 2012). En este trabajo se analizan los resultados de tres ensayos donde se evaluaron los efectos de dos sistemas de manejo: a) con cobertura de RAC y b) sin cobertura de RAC

sobre la población y el peso de tallos y sobre la producción final de caña por unidad de superficie (rendimiento cultural).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres ensayos entre 2006 y 2015. El primero se ubicó en la Llanura Chacopampeana subhúmeda-húmeda, localidad de Albarracín (finca Albarracín, dpto. Cruz Alta) entre 2006 y 2008. El segundo en la Llanura Deprimida, localidad de Los Gómez (finca San Genaro, dpto. Leales) entre 2008 y 2012. El tercero, en la Llanura Deprimida, localidad de Simoca, (finca El Potrero, dpto. Simoca) entre 2012 y 2016. Los tratamientos fueron: a) cosecha integral en verde manteniendo la cobertura de RAC sobre el suelo y b) cosecha integral en verde eliminando la cobertura. Se trabajó con la variedad LCP 85-384, que ocupa el 83% del área cañera provincial. En el ensayo 1 el diseño fue parcelas pareadas con tres repeticiones, cada parcela formada por 5 surcos de 30 m en los cuales se marcaron estaciones de 10 m de largo para el recuento de tallos. A cosecha se realizó el recuento final de tallos y se tomaron 15 tallos sucesivos de cada uno de los surcos centrales (45 tallos/parcela) que se pesaron. En los ensayos 2 y 3 el diseño fue completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones en el ensayo 2 y tres repeticiones en el ensayo 3. En ambos ensayosla parcela experimental estuvo formada por 5 surcos de 10 m y el recuento de tallos se realizó en los 5 m centrales de los tres surcos centrales de cada parcela. En los dos ensayos, previo a la cosecha, se tomaron 10 tallos sucesivos de los surcos centrales de cada parcela (30 tallos/parcela) y se pesaron. Con el número y peso promedio de los tallos, se estimó la producción de caña por parcela y por hectárea.

RESULTADOS

1.- Componentes del rendimiento cultural: número y peso de tallos

En las tablas I y II se observa el número y el peso de los tallos al momento de cosecha para los tres ensayos en todos los ciclos evaluados.

Tabla I. Número y peso de tallos al momento de cosecha, ensayo 1. Tucumán, Argentina

Componentes del rendimiento cultural	2006/2007		2007/2008		Diferencia entre tratamientos	
	Sin cobertura de RAC	Con cobertura de RAC	Sin cobertura de RAC	Con cobertura de RAC	2006/07	2007/08
Nº tallos/m	21,0a	22,0a	15,6b	22,3a	4,8%	42,9%
Peso de tallos (gr)	504,4a	543,5a	550a	600a	7,7%	9,1%

Tabla II. Número y peso de tallos al momento de cosecha, ensayos 2 y 3. Tucumán, Argentina

Ciclo	Tratamiento	Ensayo 2		Ensayo 3		Dif. tallos/m (%)	Dif.peso de tallo (%)
		Nº tallos/ m	Peso de tallo (gr)	Nº tallos/m	Peso de tallo (gr)		
2008/2009	Sin cobertura de RAC	26,6a	613,7a			4,9	3,4
	Con cobertura de RAC	27,9a	634,3a				
2010/2011	Sin cobertura de RAC	25,0a	527,3b			5,6	17,7
	Con cobertura de RAC	26,4a	620,5a				
2011/2012	Sin cobertura de RAC	25,7b	387,7b			28,8	24,2
	Con cobertura de RAC	33,1a	481,5a				
2012/2013	Sin cobertura de RAC			24,3a	744,3a	11,9	-3,0
	Con cobertura de RAC			27,2a	721,8a		

2013/2014	Sin cobertura de RAC			25,2a	623,3a	3,6	5,5
	Con cobertura de RAC			26,1a	657,5a		
2014/2015	Sin cobertura de RAC			34,4a	774,3a	-6,3	2,8
	Con cobertura de RAC			32,2a	796,0a		
2015/2016	Sin cobertura de RAC			21,9a	621,3a	-1,1	14,0
	Con cobertura de RAC			21,7a	708,6a		

En el ensayo 1 (finca Albarracín) en 2006/2007 no se encontraron diferencias entre los tratamientos con y sin cobertura de RAC para ninguno de los componentes del rendimiento evaluados (población y peso de tallos). En el ciclo 2007/2008 la población de tallos fue significativamente mayor en el tratamiento con cobertura que en el sin cobertura (diferencia de 42,9%). El peso de los tallos no mostró diferencias entre los tratamientos, aunque sí una tendencia a mayor peso de tallos en el tratamiento con RAC (9,1%). En el ensayo 2 (finca San Genaro), en 2008/2009 no hubo diferencias significativas en los componentes del rendimiento, aunque, como en Albarracín, la tendencia fue a favor del tratamiento con cobertura. En 2010/2011 el peso de los tallos fue mayor en el tratamiento con cobertura y en 2011/2012 tanto el número como el peso de tallos fue mayor en el tratamiento con RAC. En el ensayo 3 (finca El Potrero) no hubo diferencias significativas en el número y peso de tallos en ninguno de los ciclos evaluados. En términos generales, en las condiciones de estos ensayos, realizados en lotes sin problemas de drenaje y con un manejo a secano del cañaveral, el mantenimiento de la cobertura no perjudicó ni a la población ni al peso de los tallos de LCP85-384 y en algunos casos aumentó significativamente el valor de uno o ambos componentes del rendimiento cultural. Torres y Villegas (1996), en Colombia, no encontraron diferencias en el peso ni en la altura de tallos entre tratamientos con y sin cobertura de RAC. Chapman *et al.* (2001) no encontraron diferencias en la población de tallos entre tratamientos con y sin cobertura de residuos. Núñez y Spaans (2007) encontraron una población de tallos ligeramente menor en los tratamientos con cobertura, pero sin significación estadística y no encontraron diferencias significativas en la altura o el diámetro de los tallos.

2.- Rendimiento cultural (toneladas de caña/ha)

La tabla III muestra la producción de caña por hectárea en los tres ensayos analizados.

Tabla III. Producción de caña por unidad de superficie, ensayos 1, 2 y 3. Tucumán, Argentina

Ciclo	Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Dif.rdto. cultural (%)
		TCH	TCH	TCH	
2006/2007	Sin cobertura de RAC	66,4ab			12,0
	Con cobertura de RAC	74,4ab			
2007/2008	Sin cobertura de RAC	53,7a			55,5
	Con cobertura de RAC	83,5b			
2008/2009	Sin cobertura de RAC		101,9a		8,6
	Con cobertura de RAC		110,7a		
2010/2011	Sin cobertura de RAC		82,5b		24,0
	Con cobertura de RAC		102,3a		
2011/2012	Sin cobertura de RAC		62,6c		58,9
	Con cobertura de RAC		99,5a		
2012/2013	Sin cobertura de RAC			91,3a	34,4
	Con cobertura de RAC			122,7a	
2013/2014	Sin cobertura de RAC			96,4a	11,1
	Con cobertura de RAC			107,1a	
2014/2015	Sin cobertura de RAC			142a	12,8
	Con cobertura de RAC			160,2a	

2015/2016	Sin cobertura de RAC			85,4a	12,5
	Con cobertura de RAC			96a	

En la tabla III se observa que en ninguno de los casos analizados la cobertura de RAC perjudicó la producción de caña por hectárea. En tres casos el rendimiento cultural fue mayor al dejar la cobertura y en los otros casos se observó una tendencia persistente a una mayor producción de caña cuando se dejó el RAC con un incremento de la producción entre 9% y 34%, importantes desde el punto de vista agronómico. Wood (1991), reportó un aumento de 10 t de caña/ha en el manejo con cobertura, Chapman *et al.* (2001) indicaron un aumento significativo de la producción de caña en los tratamientos con cobertura (entre 11,5 y 16 t caña/ha). Scandaliaris *et al.* (2002), en Tucumán, registraron mayor producción de caña cuando se mantuvo la cobertura, mientras que Morandini *et al*. (2005) no encontraron diferencias entre tratamientos con y sin cobertura de residuos.

CONCLUSIONES

En las condiciones de los tres ensayos analizados, realizados en terrenos sin problemas de drenaje ni excesos hídricos, con un manejo cultural sin riego, en Tucumán el mantenimiento de la cobertura de RAC sobre el suelo no perjudica ni la población ni el peso de los tallos de la caña de azúcar e incluso, en algunos ciclos, aumenta significativamente el valor de uno o ambos componentes del rendimiento cultural.

En todos los casos analizados la cobertura no afectó negativamente la producción de caña/ha, observándose una tendencia consistente, y en algunos casos estadísticamente significativa, a un incremento en la producción de caña cuando se deja el RAC sobre la superficie del suelo.

REFERENCIAS

1. Morandini, M.; Figueroa, R.; Perez Zamora, F. and Scandaliaris, J. (2005). The effects of green-cane trash blanket on soil temperature, soil moisture and sugarcane growth. 231-236. En: Proceedings of the XXV ISSCT Congress. 25. Guatemala City, Guatemala, Enero de 2005.

2. Sanzano, G. A.; Sosa, F. A.;Hernández, C. F.; Morandini, M.; Rojas Quinteros, H.; Romero, J. I. y Digonzelli, P. A. 2009. Evaluación de la erosión hídrica en caña de azúcar con y sin cobertura de maloja.Avance Agroindustrial 30 (3): 16-18.

3. Digonzelli, P.; Tonatto, M. J.; Romero, E. R.; Sanzano, G. A.; Fernández de Ullivarri, J.; Giardina, J. A. and Scandaliaris, J. (2011). Assessing a sustainable sugar caneproduction system in Tucumán, Argentina. Part II: soilwaterandthermal regime, stalkspopulation dynamics andsugarcaneproduction. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán (RIAT) 88(2): 1-10. ISSN 0370-5404.

4. Fernández de Ullivarri J.; Digonzelli P.; Medina M.; Leggio M. F.; Robledo A. y Tonatto J. (2012). Efecto del residuo agrícola de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC) sobre los componentes del rendimiento cultural y la producción de caña por unidad de superficie. pp 35-40. En: XVIII Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar- SATCA.Tucumán. Argentina. Abril 2012.

5. Torres, J. and F. Villegas. 1996. Green cane management under heavy tras conditions. Proc. ISSCT Congress, 22, Cartagena, Colombia, pp. 142-148.

6. Chapman, L. S.; P. L. Larsen and J. Jackson. (2001). Trash conservation increases cane yield in the Mackay District. 176-184. En: Proceedings of the 2001 Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists held at Mackay, Queensland, Australia, 1st-4th May 2001.

7. Nuñez, O. and E. Spaans. 2007. Evaluation of green-cane harvesting and crop management with trash-blanket. Proc. ISSCT Congress, 26, Durban, Sudáfrica, pp. 131-142.

8. Wood, A.W. (1991). Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in north Queensland.Soil and Tillage Research 20: 69-85.

9. Scandaliaris, J.; F. Pérez Zamora; M. Rufino; E. R. Romero y M. Morandini. 2002. La cosecha en verde como estrategia para disminuir el impacto ambiental de la caña de azúcar. Avance Agroindustrial 23 (1): 14-17.

EFECTO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE CULTIVO SOBRE LA DENSIDAD DEL SISTEMA RADICAL EN CAÑA DE AZÚCAR
EFFECT OF DIFFERENT TECHNOLOGIES OF CULTIVATION ON THE DENSITY OF THE SUGARCANE ROOTS SYSTEM

Vazquez, L*, Pablos, P, Rodríguez, A, O´Reilly, C, de La Fe, Alberto

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar "Oriente Sur" (ETICA "Oriente-Sur"), Cuba.
*e-mail: ledisliana.vazquez@inicasc.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el efecto de diferentes tecnologías de cultivo sobre la densidad del sistema radical en caña de azúcar en un suelo Vertisol, en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Niguabo, perteneciente a la Empresa Azucarera Dos Ríos, municipio Palma Soriano, provincia Santiago de Cuba. Se determinó la compactación del suelo con el uso del penetrómetro de impacto, seleccionándose diferentes tecnologías de cultivo (cobertura inalterada de residuos, cultivo tradicional, cultivo tradicional y profundo y cultivo profundo). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado y tres repeticiones. Como resultados se obtuvieron que las tecnologías de cultivo aplicadas no mostraron influencia significativa sobre la cobertura de residuos, excepto el cultivo tradicional y profundo y cultivo profundo en algunos casos. El tratamiento cobertura inalterada de residuos mostró una mayor concentración de raíces en las dos profundidades y distancias laterales estudiadas.
PALABRAS CLAVE: tecnologías de cultivo, raíces, caña de azúcar

ABSTRACT

A work was developed with the objective of determining the effect of different technologies of cultivation in the density of the sugarcane roots system on Vertisols in the Basic cooperative production unit Niguabo, belonging to Dos Ríos Sugar company, Palma Soriano, Santiago de Cuba province. The soil compaction was determined with the use of the impact penetrometer, selecting different technologies of cultivation (unaffected covering of residuals, traditional cultivate, traditional and deep cultivate, deep cultivate). A totally randomized experimental design and three replications was used. Results were obtained that the applied technologies of cultivation didn't show significant influence on trash cover, except the deep and traditional cultivation and deep cultivation in some cases. The treatment unaffected trash cover showed a higher concentration of roots in the two depths and lateral distances studied.
KEY WORDS: technologies of cultivation, roots, sugarcane

INTRODUCCIÓN

Uno de los suelos de marcada importancia agrícola en Cuba lo constituye el Vertisol, que presenta una textura arcillosa, siempre plástica, y en el que durante la sequía se origina un profundo agrietamiento, aunque vuelve a su estado volumen en el período de lluvia. También son afectados por el mal drenaje y la compactación, ocasionando este último, cambios en las propiedades físicas del suelo. Aumenta la resistencia a la penetración, la densidad aparente, reduciendo la porosidad, el volumen y la distribución de las raíces alterándose la morfología de las mismas y disminuyendo su eficiencia para transportar el agua, el aire y los nutrientes al interior de la planta. Además, los pelos radiculares se acortan y deforman, todo esto trae como consecuencia que el volumen de suelo explorado por las raíces para la absorción de agua y nutrientes sea mucho menor.

Dada su importancia agrícola estos suelos presentan un alto grado de mecanización, razón por la que se han llevado a cabo una serie de investigaciones encaminadas a mejorar o modificar los órganos de trabajos de los aperos de labranza, en aras de buscar mejor racionalidad agroenergética, minimizar la compactación y los costos de labranza e incrementar los rendimientos agrícolas (1). En consecuencia, con lo planteado, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto que ejercen diferentes tecnologías de cultivo sobre la densidad del sistema radical en caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Niguabo, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Dos Ríos, municipio Palma Soriano, provincia Santiago de Cuba, en el bloque 98, campo 1, cepa quinto retoño, suelo Vertisol (2), cultivar C86-12, corte mecanizado y en condiciones de secano. Inicialmente se determinó la compactación del suelo con el uso del penetrómetro de impacto según la metodología para realizar esta evaluación en condiciones de cosecha mecanizada de la caña de azúcar (3). Una vez determinada el grado de compactación del suelo se seleccionaron diferentes tecnologías de cultivo (tratamientos) a utilizar, con un diseño experimental completamente aleatorizado y tres repeticiones (tabla I).

Tabla I. Tratamientos con diferentes tecnologías de cultivo

No	*Tecnologías*	*Ancho de trabajo (m)*	*Simbología*
1	Cobertura inalterada de residuos (testigo)	----------	Cob.R
2	Cultivo tradicional	(0.90-1.10); (1.10-1.20)	CT
3	Cultivo tradicional y profundo	(0.90-1.10); (1.10-1.20);(1.60)	CTP
4	Cultivo profundo	(0.90-1.10); (1.60)	CP

Previo a la cosecha, se evaluó en todos los tratamientos la densidad de raíces a través del método de muestreo del monolito que permite estimar una cantidad de raíces con exactitud (4). Para ello, se excavó una calicata de 90 cm de ancho por 45 cm de profundidad. A partir del centro de la cepa se procedió a dividir el perfil del suelo en cuatro distancias laterales (25, 45, 60 y 80 cm), tomando la muestra a dos profundidades (0-20, 20-40 cm) en la intersección con la distancia lateral definida, según se observa en figura 1.

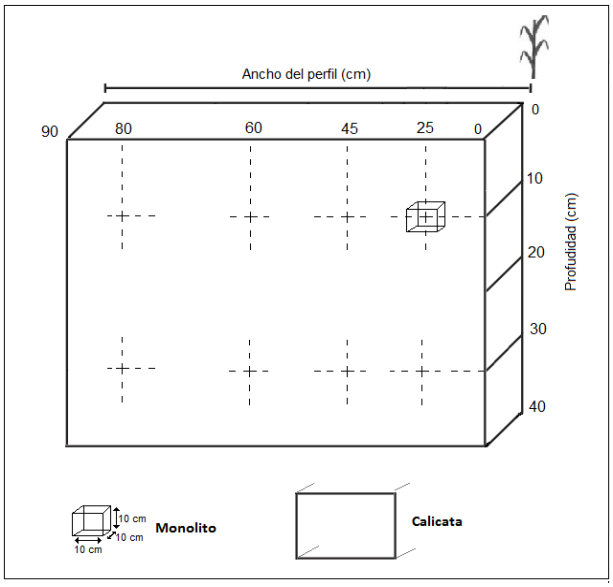


Figura 1. Esquema utilizado para el estudio del sistema radical

Con los datos del peso seco de las raíces y el volumen del monolito, se obtuvo la densidad de raíces (g dm^{-3} de suelo). Se realizaron análisis de varianza de clasificación simple y doble. Para esto se utilizó el programa estadístico STATISTIC v.8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2, se muestra el efecto de las diferentes tecnologías de cultivo sobre la densidad total de raíces por profundidad y distancia lateral. Obsérvese que en la distancia lateral de 25 cm el tratamiento CTP fue estadísticamente superior a todos los tratamientos en las dos profundidades; de igual forma ocurrió con el tratamiento Cob.R respecto al tratamiento CP. En la profundidad 0-20, el tratamiento Cob.R no tuvo diferencia significativa respecto al tratamiento CT. Sin embargo, en la profundidad 20-40, estos mismos tratamientos mostraron diferencias significativas. El tratamiento CT no tuvo diferencia significativa respecto al tratamiento CP. Esto demostró que en ambas profundidades hubo una mayor profileración de las raíces después de realizar el CTP.

En la distancia de 45 cm, el tratamiento Cob.R fue significativamente superior a todos los tratamientos en la profundidad 0-20 cm. Sin embargo, en la profundidad 20-40 este tratamiento no mostró diferencia significativa con relación a los tratamientos CTP y CP. El tratamiento CP fue significativo respecto al tratamiento CT en ambas profundidades. El tratamiento CTP, tuvo diferencia significativa respecto a los tratamientos CT y CP, en el caso del primer tratamiento fue en las dos profundidades y el último tratamiento solo en la profundidad 0-20. Todo indica que, aparejado a la cobertura inalterada de residuos, existen otras prácticas de cultivo necesarias (CTP) para airear el suelo y facilitar la infiltración del agua, lo que se traduce en un mejor y mayor desarrollo radical.

Respecto a la distancia de 60 cm, en la profundidad 0-20 el tratamiento Cob.R fue estadísticamente igual al tratamiento CTP, y ambos son estadísticamente significativos respecto a los tratamientos CT y CP. En la profundidad 20-40 el tratamiento Cob.R mostró diferencia significativa respecto a los tratamientos CTP y CP, e igual estadísticamente al tratamiento CT. El tratamiento CTP, fue estadísticamente superior al tratamiento CP en las dos profundidades. También respecto al tratamiento CT, pero en la profundidad 0-20. Sin embargo, en la profundidad 20-40, no existió diferencia significativa respecto al tratamiento CT. Los resultados indican que, al mantener los residuos de cosecha como cubierta inalterada, conservó la humedad y mejoró la estructura del suelo, lo cual contribuyó al desarrollo efectivo del sistema radicular.

Nótese que, en la distancia de 80 cm, en ambas profundidades el tratamiento Cob.R fue estadísticamente superior a todos los tratamientos. El tratamiento CTP no mostró diferencia significativa respecto al tratamiento CT, pero si respecto al tratamiento CP. El tratamiento CT no mostró diferencia significativa respecto al tratamiento CP. De igual manera sucede con el tratamiento CTP respecto al tratamiento CT. De manera general el tratamiento Cob.R manifestó un mayor desarrollo del sistema radicular en las dos profundidades estudiadas.

Resultados que fueron planteados (5), señalaron que la mayor densidad de raíces se situó lateralmente a partir del centro de la cepa a los 25 cm y en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

Al evaluar la cantidad y distribución de raíces de centeno y vicia como cultivos de cobertura en dos suelos informaron que la inclusión del cultivo de cobertura representó un aporte extra de raíces al suelo a lo largo de todo el perfil en dos tipos de suelo (6).

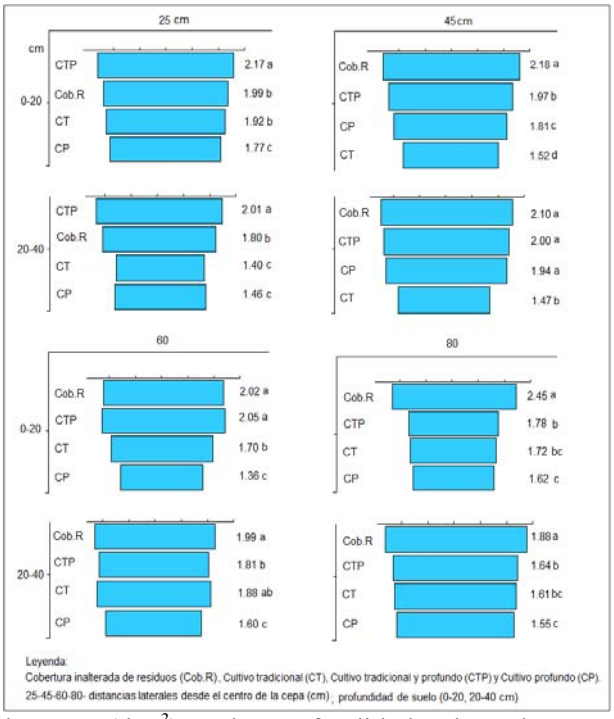


Figura 2. Densidad total de raíces (dm^{-3}) en dos profundidades de suelo y cuatro distancias laterales en diferentes labores de cultivo

CONCLUSIONES

1. Las tecnologías de cultivo aplicadas no mostraron influencia significativa sobre la cobertura de residuos, excepto el cultivo tradicional y profundo y cultivo profundo en algunos casos.
2. El tratamiento cobertura inalterada de residuos mostró una mayor concentración de raíces en las dos profundidades y distancias laterales estudiadas.

REFERENCIAS

1. Leyva, S. O. Fundamentación de una tecnología de laboreo mínimo de los suelos vertisoles basada en la aplicación de una máquina compleja en caña de azúcar. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2009. 145pp.
2. Hernández, A.; M. O. Ascanio; A. Cabrera; M. Morales; N. Medina; L. B. Ribero. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Cuba: Editora AGRINFOR. 1999.
3. García, I.; Sánchez, M.; Betancourt, J.; Vidal, M.; Ruiz, J. y Reyes, A. Metodología para evaluar la compactación de los suelos con penetrómetro de impacto en condiciones de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, 2013. p 1-21.
4. Böhm, W. Methods of studying root systems. New York: Springer-Verlag Verlag Berlin Heidelberg. 1979. 188 pp.
5. Vazquez, L.; Rodríguez, G.; Pablos, P.; Rodríguez, A.; Orrelys, C.; de La Fe, A. Efecto de la fertilización con azufre elemental sobre el sistema radical y su relación con los indicadores del rendimiento en caña de azúcar. Revista: Ciencia en su PC, 2016, №3, julio-septiembre, p. 57-70. ISSN 1027-2887.
6. Frasier, I. et al. Distribución de raíces de cultivos de cobertura en dos suelos en la región semiárida pampeana. [CD-ROM]. Edición: Unirío. Río Cuarto, Córdova, Argentina. 1 de julio del 2016. 8 pp. Disponible < https://www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/repositorio/978-987-688-173-9.pdf> [28 de marzo del 2017].

RUTA CRONOLÓGICA DE LA DISPERSIÓN EN CUBA DE LA ROYA NARANJA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. SITUACIÓN ACTUAL

CHRONOLOGICAL ROUTE OF THE DISPERSION IN CUBA OF THE SUGARCANE ORANGE RUST. CURRENT SITUATION

Autores: Aday, O. de la C.[1*], Rodríguez, E. [1], Casero, T. [1], Tuero, S. [1], Delgado, M. [1], Gil, Y. [1], Montalván, J. [1], Llanes, A. [1], Pérez, Y. [1], Jiménez, M. [1], Daley, Zaida L. [1], Rodríguez, J. [1], Tamayo, M. [1], Loddo, Z. [1], Peña, M. [1], Cubello, I. [2] y Alfonso, I[1].

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE Km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba. C.P. 19390, email: osmany.aday@inicavc.azcuba.cu. Teléfono.451520.
2. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Cuba.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de actualizar la dispersión e incidencia de la roya naranja [*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler], en las plantaciones de caña de azúcar, desde su primer informe en Cuba. En la actualidad la enfermedad está presente en 12 provincias. La mayor cantidad de genotipos de caña de azúcar infectados en el período 2009-2016 se encuentra solamente en las áreas de las Estaciones de Investigación de Mayabeque, Villa Clara y Camagüey. No obstante no se ha producido su dispersión hacia plantaciones comerciales. Durante estos años se han infectado solo 429,03 ha, disminuyendo su incidencia después el año 2013. Se debe continuar la vigilancia fitosanitaria de esta enfermedad teniendo en cuenta el número de cultivares comerciales infectados.
PALABRAS CLAVE: dispersión, *Puccinia kuehnii*, roya naranja

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of update the dispersion and incidence of the orange rust [*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler], in the plantations of the sugarcane, from its first report in Cuba. The disease is present in 12 provinces. The biggest quantity in genotypes of the sugarcane infected in the period 2009-2016 is in the areas of the Stations of Investigation of Mayabeque, Villa Clara and Camagüey. Nevertheless their dispersion has not taken place toward commercial plantations. During these years they have been infected alone 429,03 ha, diminishing their incidence later the year 2013. The surveillance of this disease will continue because of the number of infected commercial cultivars.
KEY WORDS: dispersion, *Puccinia kuehnii*, orange rust

INTRODUCCIÓN

La roya naranja de la caña de azúcar [*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler], hasta el año 2000 estuvo restringida al sudeste de Asia y el Pacífico en 19 países (Magarey *et al*., 2000, Magarey, 2005). Después de este año 2000 se dispersó a otros países de Asia, Oceanía y África. En los últimos 15 años su dispersión casi se ha duplicado y en la actualidad se informa en 36 países (EPPO, 2014).

En el hemisferio occidental se confirmó la presencia de esta enfermedad por primera vez en julio del 2007 en Florida (Estados Unidos) (Comstock *et al*., 2008), desde entonces se ha informado en otros 13 países de Centroamérica, el Caribe y América de Sur (Aday *et al*., 2014; Funes *et al*., 2016). Según (Comstock *et al*., 2015). La roya naranja de la caña de azúcar es una enfermedad emergente en este hemisferio.

Desde inicios del 2016 y autofinanciado por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), se inició la ejecución del proyecto titulado "Vigilancia y prevención de la distribución de la roya naranja de la caña de azúcar. Una nueva enfermedad para Cuba (Código: 0097001001002007)". Entre los objetivos de

este proyecto está la actualización de la incidencia de esta enfermedad en las áreas cañeras del país, resultados que se presentan en este trabajo en forma cronológica desde su primer informe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó la ruta de aparición de la roya naranja en Cuba partiendo de la primera detección y la propagación de la enfermedad en el país. Se recopiló toda la información de las encuestas de esta enfermedad supervisadas por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal y las realizadas por el Servicio Fitosanitario de la Caña de Azúcar del INICA desde el año 2009 hasta el 2015.
En el 2016 se realizó la evaluación de las áreas de riesgo mediante muestreos sistemáticos en Bancos de Germoplasma, jardines de variedades, áreas experimentales y bancos de semilla de todas las categorías incluyendo plantas *in vitro*. En estos casos se evaluó toda la población de plantas correspondiente a cada genotipo (postura, clon, variedad o cultivar). Además, se realizaron encuestas en plantaciones comerciales. En áreas experimentales, pruebas de Validación Comercial y plantaciones comerciales, en tres estaciones de muestreo en la diagonal del campo se evaluaron al azar 10 tallos. Para evaluar la incidencia de la enfermedad desde el punto de vista de severidad de los síntomas, en las encuestas se empleó la escala de Rodríguez *et al*. (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La roya naranja se detectó por primera vez en noviembre de 2008 en la región central de Cuba, en los cultivares CSG86-504, CSG24-92, CSG204-92 y CC87-409 en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara y a finales de ese año en la Estación provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Jovellanos en la provincia Matanzas, ambas del INICA (Pérez *et al*., 2010). En el año 2009 se confirmó su presencia en la provincia de Santiago de Cuba. En el 2010 se detectó en Mayabeque, Camagüey, Granma y Guantánamo y a partir del 2011 se observó en las provincias Cienfuegos y Santi Spíritus, por último en Ciego de Ávila y Holguín en el 2012 (Figura 1).

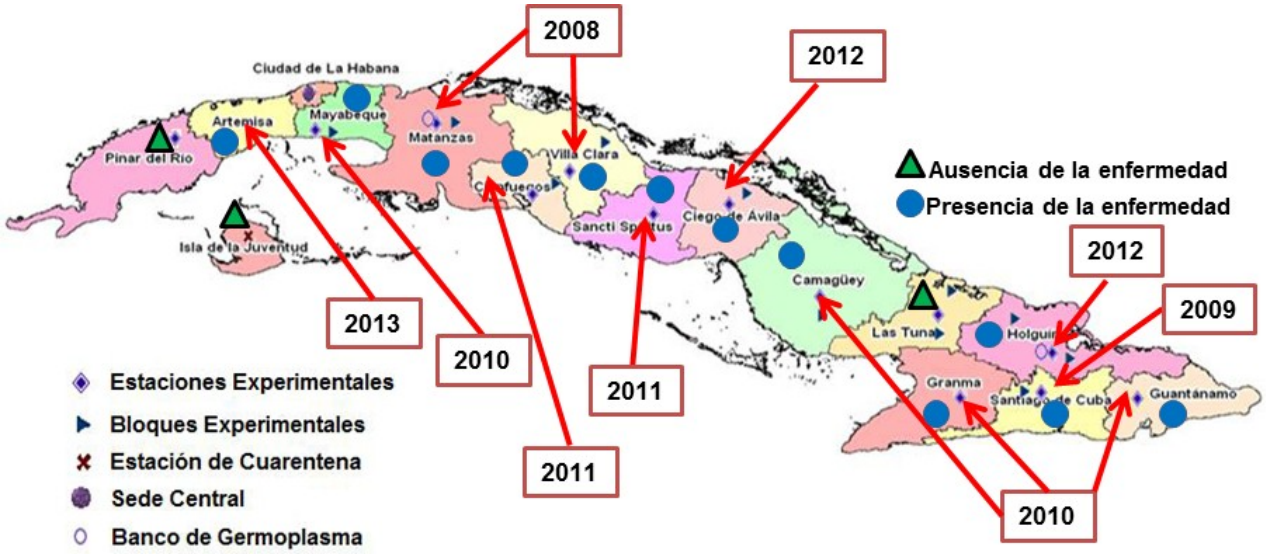


Figura 1. Dispersión de la roya naranja (*P. kuehnii*) en Cuba a partir de su detección en el año 2008.

Hasta la actualidad la roya naranja se ha detectado en 12 provincias. Desde el año 2012 se observa una disminución del número de focos de infección y del área infectada. En el 2016 se detectó en Mayabeque, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Camagüey, Holguín y Santiago de Cuba (Tabla I).

Tabla I. Presencia de la roya naranja (*P. kuehnii*) por provincias de Cuba a partir de su detección en el año 2008.

Provincia	Año								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Artemisa						X			
Mayabeque			X	X	X*	X*	X*	X*	X*
Matanzas	X*	X*	X	X					X*
Villa Clara	X*	X*	X*	X	X	X	X*	X*	X*
Cienfuegos				X	X	X	X		X
S. Spíritus				X					
C. Ávila					X				
Camagüey			X*	X	X	X		X*	X*
Las Tunas									
Holguín					X*	X			X*
Granma			X						
Santiago de Cuba		X	X	X		X		X	X*
Guantánamo			X						

* s*ólo en áreas experimentales*

En las estaciones y bloques experimentales de las provincias Mayabeque, Villa Clara, Camagüey y Holguín se ha infectado el mayor número de clones y cultivares comerciales o progenitores. En las áreas experimentales de estas provincias, en las diferentes etapas del esquema de selección del Programa de Mejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba se han infectado hasta 40 clones por año, 34 progenitores y un total de 22 cultivares comerciales.

El 55,55% de las cultivares con mayor frecuencia afectados por la roya naranja son susceptibles a la roya parda (*Puccinia melanocephala* H Sydow y P. Sydow). El 56,52 % de los cultivares comerciales infectados por roya naranja en Cuba, son susceptibles a la roya parda y sólo el 28,57% resistentes (Tabla II).

Tabla II. Relación de cultivares que con mayor frecuencia se han infectado por roya naranja (*P. kuehnii*) y su resistencia a roya parda (*P. melanocephala*) en Cuba

Cultivar*	Resistencia	Cultivar	Resistencia	Cultivar	Resistencia
B7274	AS	C1051-73	AS	C89-176	INT
C323-68	AS	C120-78	AS	C90-317	INT
C86-12	S	C137-81	INT	C90-469	INT
C86-56	R	C85-102	R	Co997	AS
C90-105	S	C86-156	S	CP72-2086**	S
C93-540	R	C86-456	INT	My5514	AS
C95-414	INT	C86-531	INT	SP70-1284	S
Co213**	R	C88-356	S		
CP52-43	AS	C88-380	S		

** Cultivares que con mayor frecuencia se han infectado por roya naranja en Cuba. ** no comerciales*

De forma general, desde la aparición de la roya naranja en Cuba hasta diciembre 2016, la infección por *P. kuehnii* se ha confirmado en 466,13 ha, de ellas 25,60 ha en áreas experimentales, 11,50 ha en bancos y áreas de semilla (de ellas 5,3 ha con plantas *in vitro*) y 429,03 ha en plantaciones comerciales.

En las provincias de Mayabeque, Villa Clara, Cienfuegos y Santiago de Cuba se ha registrado el mayor número de áreas comerciales infectadas (105,10; 30,42; 15,78 y 277,73 ha, respectivamente). En las plantaciones comerciales no se ha observado el desarrollo de una epidemia de la enfermedad y resultados similares fueron determinados por Aday *et al*. (2014) en condiciones experimentales. Según Comstock *et al*. (2015), el impacto que tenga esta nueva roya dependerá de la susceptibilidad de los cultivares plantados en cada región y de las condiciones ambientales, en el futuro la estrategia debe ser el control a través de cultivares resistentes.

CONCLUSIONES

- La mayor cantidad de genotipos de caña de azúcar infectados en el período 2009-2016 se encuentra en las áreas de las Estaciones experimentales del INICA, fundamentalmente en las provincias de Mayabeque, Villa Clara y Camagüey. La incidencia en las diferentes etapas del esquema de selección es baja y no supera los 100 clones por año.
- En las provincias afectadas la presencia de la enfermedad se ha detectado principalmente en áreas de semilla y la mayor severidad de los síntomas en plantaciones con plantas *in vitro*.
- En los últimos años no se ha producido la dispersión de *P. kuehnii* hacia plantaciones comerciales y se considera que aún su distribución en el territorio nacional es de baja prevalencia.
- Los cultivares comerciales que con mayor frecuencia se han infectado son: C323-68, C86-12, C86-56, C90-105, C95-414, C93-540, B7274 y CP52-43. Otros comerciales infectados son: C1051-73, C120-78, C137-81, C85-102, C86-156, C86-456; C86-531, C88-380, C88-356, C89-176, C90-317, C90-469, My5514, SP70-1284 y Co997.

REFERENCIAS

- 1-Magarey, RC. Orange rust. In: Rott P.; Bailey R.A.; Comstock J.C.; Croft B.J.; Saumtally AS (Eds.) D-CAS 1.2, A guide to sugarcane diseases, 2000. Copyright CIRAD and ISCCT, Montpellier, France: ISSN 1251-7224, ISBN 2-87614-386-0.
- 2-Magarey, R.; Staier, T.; Bull, J.; Croft, B.; Willcox, T. The Australian sugarcane orange rust epiphytotic. *Proceeding International Society Sugar Cane Technologists*, 2005, Vol. 25, Guatemala, 648–654.
- 3-EPPO (2014). PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm, Fecha de Consulta: 14 de Diciembre 2016.
- 4-Comstock, J.C.; Sood, S.G.; Glynn, N.C.; Shineii, J.; McKemy, J.M.; Castlebury, L.A. First Report of *Puccinia kuehnii* Butler, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane in the United States and Western Hemisphere, *Plant Disease*, 2008, 92 (1), 175.
- 5-Aday, O. de la C.; Alfonso, I.; González, R.; Díaz, F.R.; Gil, Y.; Reyes, S.; Barroso, J. Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara, *Fitosanidad*, 2014, 18 (3), 143-150.
- 6-Funes, Claudia; Henríquez, D.D.; Di Pauli, V.; Bertani, R.P.; Fontana, D.P.; Joya, C.M.; Sopena, R.A.; González, V.; Babi, H.; Erazzu, L.E. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Argentina. *Plant Disease*, 2016, Posted online on February 18, 2016. http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-15-1099-PDN, Fecha de Consulta: 25 de febrero, 2016.
- 7-Comstock, J.C.; Ovalle, W.; Chavarría, E.; Glynn, N.C.; Castlebury, L.A.; Raid, R.N.; Orozco, H. La roya naranja de la caña de azúcar, una enfermedad emergente: su impacto y comparación con la roya marrón, *Ciencia y Tecnología de los Cultivos industriales*, 2015, Año 5 (7), 12-26.
- 8-Rodríguez, M.; Rodríguez, E.; Alfonso I.; Acevedo, R. Manual de Procedimientos del Servicio Fitosanitario. La Habana, Cuba, Ministerio del Azúcar, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2003, 60 p.
- 9-Pérez, L.; Martín, E.L.; Barroso, F.; Martínez, E.; Borrás, O.; Hernández, I. Definitive identification of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in Cuba", *Plant Pathology*, 2010, Vol. 59: 804.

SUGARCANE PRODUCTIVITY ENHANCEMENT – A HOLISTIC APPROACH

LA INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CAÑERA- UNA VALORACIÓN HOLÍSTICA

Singh Priyanka[1] & Mohan Narendra [2]
[1] UP Council of Sugarcane Research, Shahjahanpur, India
[2] National Sugar Institute, Kanpur, India
E mail ID of Corresponding author: director.nsi@gov.in

ABSTRACT

India is the second largest producer and top most consumer of the sugar in the world, but the industry lacks in sustainability and cyclic ups and downs of the sugar production have become the trademark of the sugar industry. There are varying sugarcane productivities across various sugarcane producing regions of the country with widely varying sugar recoveries obtained by the sugar factories. The subtropical region of the country comprising states of Uttar Pradesh, Bihar and Haryana etc. has remained an area of concern due to much lower farm productivities and sugar recoveries than those obtained in the tropical region. However, sustained efforts on developing high yielding and high sugared varieties, maintaining varietal balance, ratoon management with effective post harvest cane management system resulted into a turnaround in the situation in the state of Uttar Pradesh during the last couple of years.
Key words : Ratoon, Post-harvest, Varietal

RESUMEN

La India es el segundo mayor productor y el primer consumidor mundial de azúcar, pero su industria carece de sostenibilidad y la sucesión de alzas y bajas de su producción azucarera se ha convertido en la "marca registrada" de su industria azucarera. Existen diferentes productividades a lo largo de las distintas regiones productivas con grandes diferencias en los recobrados de sus fábricas. En la región subtropical, los estados de Uttar Pradesh, Bijar, Haryana, etc, resultan áreas de preocupación debido a las muy bajas productividades agrícolas y los pobres recobrados industriales, en comparación con los estados de clima tropical. Se hacen esfuerzos sostenidos en el desarrollo de altos rendimientos agrícolas, mejorando las variedades de cana, con un adecuado balance varietal, mejor manejo de los retoños, un efectivo sistema post-cosecha, ha resultado en una favorable transformación de la situación en el estado de Uttar Pradesh en los dos últimos anos.
Palabras clave: Retoños, post-cosecha, varietal.

INTRODUCTION

Over the years, sugar industry in northern India suffered sustainability of sugar production and profitability. All the stakeholders of the sugar industry in northern India, particularly, in the state of Uttar Pradesh which produces 40% of the country's sugarcane for crushing in 120 odd sugar factories, often reeled under financial stress due to lower farm productivities in terms of yield and quality. This along with un-remunerative sugar prices vis a vis higher cost of production created a situation where the industry found it difficult to pay even the sugarcane prices to the farmers, resulting in mounting sugarcane arrears. A cohesive effort was made to improve upon by addressing 3 P's:

1. **Policy** – which primarily relates to cane price fixation mechanism etc.
2. **Productivity** – increasing productivity to achieve higher revenue pot per hectare.

3. **Product diversification** – exploiting un-harnessed potential through value addition.

The present paper discusses only about the Productivity aspect and described the efforts made in the northern India, particularly in the state of Uttar Pradesh to enhance the farm productivity and minimize post harvest losses which resulted in sea change in the scenario during the last five sugar seasons with sugarcane yield increasing from 60 MT/Ha to 67 MT/Ha and recovery rising from 9.07 to 10.60% during 2011-12 to 2015-16. The trend is likely to continue during the current sugar season 2016-17 also.

ROLE OF HIGH SUGAR- EARLY MATURING VARIETIES

Sugar productivity of the subtropical growing region of India hovers between 5.5-6.7 MT sugar/ha/year. It was observed that the varietal spectrum of sub-tropical India was affecting sugar recovery and total sugar production. One of the major strategies to enhance sugarcane and sugar productivity was to select elite sugarcane clones having a high sucrose content and a longer tillering duration for commercial cultivation. In the state of Uttar Pradesh, crushing starts during October/November when the max. ambient temperatures are around 28-32^{0}C and lasts until March/April when the day temperature rose up to 45^{0}C . Thus, the composition of varieties in the cane supply has a major impact on sugar recovery and total sugar production of this region. Due to persisting problem of lower productivity, efforts were initiated a decade back[1,2] to replace outdated and poor sugarcane varieties with newer high yielding and high sugared varieties, with early maturing varieties to constitute about 50-60% of the total sugarcane supplies.

The data (Table I) drawn out of average values recorded in 2014-15 and 2015-16 seasons, clearly show that early maturing high-sugared varieties which were available for harvest during the first and second months of crushing, had a higher sugar content than the later-maturing varieties. Interestingly it was observed that these early maturing varieties were valuable during later part of the season also as their sugar content continued to increase with age (until April) and surpassed that of the mid-late maturing ones. The sugar factories, thus, were made to realize the value of increasing the proportion of area grown under improved early maturing varieties possessing high sugar contents and maintaining proper balance of early and mid-late maturing sugarcane varieties for longer crushing periods and sugar recovery. The results obtained by developing varietal spectrum are self explanatory. (Table II).

Table I. Sucrose content (%) of juice of early and mid-late varieties.

Variety	Month							Mean
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	
Early maturing								
CoS8436	12.9	15.6	16.1	17.7	18.3	19.7	20.1	17.2
CoS08272	13.9	15.1	16.6	17.4	18.1	19.2	20.5	17.3
CoSe98231	14.5	16.2	16.6	17.1	17.7	18.5	19.5	17.2
Co0238	15.3	16.4	17.1	17.6	17.7	18.8	20.7	17.7
Co0118	16.9	17.4	17.7	18.1	18.5	19.5	21.2	18.5
Mid-late maturing								
CoS767	13.5	15.1	15.8	16.9	17.18	17.3	18.9	16.4
CoS97261	13.9	15.9	16.2	16.7	16.9	17.7	19.5	16.7
CoS08279	13.8	16.1	16.4	16.6	17.44	18.2	19.1	16.8
CoS07250	14.7	16.4	16.5	17.1	17.3	18.4	19.2	17.1
CoSe01434	13.9	16.0	16.1	16.5	17.4	18.4	19.7	16.9
Least significant difference (P<0.05) =0.53								

Table II. Effect of varietal spectrum on sugar recovery during the years 2011-12 to 2015-16

S.No.	Varieties (%)	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
1	Early Maturing	8.90	9.26	14.57	21.35	34.47
2	Mid-Late Maturing	78.50	76.08	70.20	63.71	50.14
3	Rejected	12.60	14.66	15.23	14.94	15.39
	Recovery%	**9.07**	**9.18**	**9.26**	**9.54**	**10.60**

Since sugarcane as a raw material accounts for about 65-70% of the total cost of sugar production, hence, increasing the area of early maturing varieties helped in reducing the cost of production due to increased sugar recovery. Rejected varieties are still an area of concern and efforts are on to discard rejected varieties and bring more area under early maturing varieties for further productivity enhancement.

POST-HARVEST SUCROSE LOSSES AND ITS MANAGEMENT

As mentioned earlier, arduous efforts were made to improve sugarcane productivity and sugar recovery scenario of north Indian sugar mills by introduction of better agro-technology, newer varieties, adopting varietal management and carrying out improvement in sugar processing technology, however, the sugar recoveries were still lower. This was mainly attributed to low sugar content in sugarcane varieties at the time of processing and higher biological losses in recoverable sugar due to post-harvest delays. This time lag aggravates many intrinsic and extrinsic factors causing reduction in cane tonnage as well as sugar recovery. Besides cut- to- crush delays, several other factors such as ambient temperature, humidity, cane variety, period of storage, activity of invertase, microbial infestations etc. are responsible for formation of non sugar and polysaccharide compounds in harvested sugarcane on the expense of sucrose. Since in the state of Uttar Pradesh, the price of sugarcane to the farmers is paid on weight basis, loss in weight owing to staling affects the farmers, whereas, the deterioration in sugarcane & sugarcane juice quality adversely affects the millers (Table III).

Table III- Estimated losses to farmers and millers due to staling*

Hours after storage	Percent Loss in sugarcane weight	Loss to farmer per 100 tonne cane (1tonne cane= 48 US$) (US $)	Per day estimated loss to miller (for 2500 TCD sugar plant) (US $)
0	0	Nil	-
24	2.72	130	4120
48	4.54	217	6776
72	7.27	342	10851
96	12.72	598	18985
120	13.63	641	17935
148	14.54	684	21700
172	16.36	770	24418

**During Late Crushing period(April)*

Management strategies adopted to minimize post-harvest losses:

1. Quick and efficient transport to reduce cut to crush delays
2. Implementing maturity wise harvesting, especially in the low recovery areas.
3. Making harvested sugarcane free from extraneous matter (trash, leaves, soil and roots etc).
4. Since, sugarcane with crown of leaves shows lesser rate of deterioration than topped canes, topping was avoided for anticipated delay in crushing.
5. Identifying sugarcane varieties with high sucrose content with less inclination to post-harvest inversion (both biochemical and microbiological).

6. Minimizing degree of damage from loading equipments etc. to minimize dextran activity
7. In case of unavoidable delay in crushing, storing harvested sugarcane in small heaps with minimum ground contact, sprinkling a solution of bactericide and covering with a thick layer of trash.The spraying of aqueous formulation(s) containing antibacterial (Quaternary Ammonium Compounds/ Di-thiocarbamate), anti-inversion chemicals along with some wetting agent over freshly harvested cane followed by covering the treated cane with a thick layer of trash resulted in reducing loss of sucrose from harvested stored sugarcane [3].

MANAGEMENT PRACTICES FOR SUSTAINABLE RATOON PRODUCTION IN SUGARCANE

In Sugarcane ratoon occupies a substantial proportion of the total area under cane cultivation and is up to 50% of cane area in sub-tropical states. However, the contribution of ratoon yield to total cane production is around 30% only. One of the major reasons for adopting sugarcane crop over the other crops among the farmers lies in taking 2-3 ratoon crop so as to augment the high cost of sugarcane cultivation, however, poor management practices of the field and ratoon crop after harvest of plant crop lead to substantially reduced yield of ratoon. For better ratoon crop trash mulching/shredding was done manually or mechanically after harvesting of plant crop and organo-decomposer (Tricoderma @10-15 kg/ha) was applied for decomposing of trash and improving organic carbon in the field. Application of chemical fertilizer (N-100Kg, P-80Kg, K-60 Kg) along with bio-agents (Azotobactor, PSB, Trichoderma @ 10 kg/ha each), organic manure @10 t/ha followed by hoeing at proper moisture and applying remaining dose of nitrogen at the tillering resulted in better ratoon yield. Gap filling with poly-bag/settling just before 2nd irrigation along with timely intercultural operations helped in improving the farm productivity.

REFERENCES

1. Singh RK, Singh SB. Breeding strategies for commercially elite early maturing varieties of sugarcane (Saccharumspecies complex). Sugar Tech .2004.6: 89-92.
2. Hagos H, Mengistu L,Mequanint Y.. Determining optimum harvest age of sugarcane varieties on the newly establishing sugar project in. the tropical areas of Tendaho,Ethiopia.Advances in Crop Science and Technology. 2014 2: 156, doi: 10.4172/2329-8863.10001562.
3. Singh Priyanka, Solomon S., Shrivastava A.K., Prajapati C.P. and.Singh R.K. Sucrose loss and change in enzyme activities in harvested stored cane at high temperature. Sugar Tech. 2009.11(2): 181-185.

GENETIC VARIABILITY BASED RESPONSE OF SUGARCANE LINES RESISTANT AND SUSCEPTIBLE AGAINST WHIP SMUT

Z. A. Nazar, I. A. Nasir, H. M. W. A. Khan*, Q. ALI and T. Husnain

Center of Excellence in Molecular Biology, University of the Punjab, 87-West Canal Road, Lahore, Pakistan.
*Sugarcane Research Institute, Ayub Agriculture Research Centre, Faisalabad, Pakistan.
Corresponding author email: zaheerahmadnazar@gmail.com

ABSTRACT: Study was aimed to access genetic relationships and response for whip smut among 103 sugarcane lines/varieties through DNA genotyping. Touchdown PCR amplification based genotyping of four tailed (M-13) and 26 (FAM-labelled) SSRs markers was performed on Licor 4300 DNA Analyzer and ABI Genetic Analyzer 3730, respectively. Using different softwares, 314 alleles were scored, averaging 10.46 alleles per marker. Polymorphism information content (PIC) values ranged from 0.67 to 0.93. DNAMAN generated homology tree revealed 66-88% genetic similarity among the studied sugarcane lines which indicated their narrow genetic base. The markers mSSCIR-19 and mSSCIR-43 were able to distinguish between all the sugarcane lines resistant and susceptible to whip smut. The grouping of sugarcane lines showing different responses to whip smut within the same cluster indicates that many genes with little effects are involved in smut resistance. The results may help sugarcane breeders in variety identification and designing crosses for developing whip smut resistant cultivars.

Keywords; Sugarcane, genetic diversity, homology tree, PIC values.

(Received 17-07-2016 Accepted 10-03-2017)

INTRODUCTION

Sugarcane is a major crop in the tropical and sub-tropical areas of the world. It has dramatic economic importance in respect to sugar and bio-fuel production. Its breeding programs necessitate the use of more diverse parents in crosses to improve genetic diversity. Sugarcane has a complex poly-aneuploidy genome ranging 100-120 chromosomes (D'Hont *et al*., 1996). Modern sugarcane hybrids were originated from the cross between *Sacharrum officinarum* L. (noble cane 2n=80) and *S. spontaneum* L. (2n=40-128) with minor contributions of *S. barberi* Jeswiet, *S. Sinense* Roxb., and *S. robustam* Brandes (Tew, 2000; Linneus, 1771). Technical difficulties encountered in sugarcane breeding include inflorescence, dipping in hot water (Heinz and Tew, 1987; Divinagracia, 1980), alcohol and low atmospheric temperature (Soeprijanto, 1989). Mixed populations of hybrids and lines badly affected genome purity making breeding more difficult. Understanding the level of genetic diversity present in the sugarcane germplasm is necessary for efficient utilization of germplasm in designing breeding programs. Agro-morphological characters are prone to environmental changes, so more emphasis should be on the molecular markers for assessing the genetic diversity (Gepts, 1993). Conventional breeding programs relied much on anatomical and morphological characters which are greatly influenced by environmental factors that made pedigree information unreliable. These programs usually took nearly 12 years before releasing new cultivar (Heinz, 1987**,** Skinner, 1972). This necessitates the use of molecular data in variety identification (Pan *et al*., 2006). Hence, sugarcane breeders are focusing more on using both traits and species specific molecular markers in designing breeding programs (Govindaraj *et al*., 2005). Among these molecular markers, the Simple Sequence Repeats (SSRs) markers carry much significance. The SSRs microsatellites contain the variable number of 1-6 bp repeat units (Edwards *et al*., 1991; Polymeropoulos *et al*., 1991). DNA finger printing based upon these SSR markers is quite stable and is not affected by any geographical location or environmental changes (Jahangir *et al.*, 2014; Sindhu *et al*., 2011). They are quite abundant, show co-dominance inheritance, highly reproducible (Cordeiro and Henry, 2001; Cordeiro *et al*., 2000) with multi allelic nature and are widely distributed within the entire genome. These are quite helpful in paternity testing, genome mapping and marker assisted selection (Parker *et al*., 2002; Aitken *et al*., 2005). Particularly in sugarcane, SSRs markers are used for genotyping of USA sugarcane lines (Glynn *et al*., 2009), Australian sugarcane clones (Piperidis *et al*., 2001), genetic diversity (Cordeiro *et al*., 2003), useful genes mapping (Singh *et al*., 2005), cultivar identification (Nair *et al*., 2006), phylogenetic relationship among different sugarcane species (Brown *et al*., 2007) and marker assisted selection (Pinto *et al*., 2011). With the advent of molecular marker techniques, it has now become possible

to determine genomic purity and variety identification more accurately (Sindhu *et al*., 2011).

Ustilago scitaminae is the causative agent of whip smut in sugarcane. Smut causes huge losses and badly affects sugarcane quality (Heinz, 1987). Australian sugarcane clones were screened and rated for smut tolerance in Indonesia and it was found that nearly 70% of Australian lines were smut susceptible. So, in Australian sugarcane breeding programs more emphasis is on developing smut resistant cultivars (Skinner 1972). The susceptibility level of variety to different smut races is different (Edwards *et al*., 1991; Polymeropoulos *et al*., 1991).

The objectives of this research work were: 1) Screening of 103 sugarcane lines resistant and susceptible to whip smut. 2) Genetic relationships among sugarcane lines based upon their molecular identification profiles developed by amplification of SSR markers.

MATERIALS AND METHODS

Selection of sugarcane lines: One hundred and three sugarcane lines that varied greatly in their response to whip smut based on two years field results were selected. The response to whip smut of each cultivar was categorized on the basis of scale (Rao *et al*., 1996).

DNA purification: Genomic DNA was extracted from disease free young tender leaves using CTAB method (Doyle and Doyle, 1990). DNA concentration and purity was checked on the Nano Drop Spectrophotometer (ND^{-} 1000) and agarose gel. Final concentrations of 30-50ng/µl were used in PCR reaction mixtures.

Primers synthesis and PCR amplification: Thirty (30) Simple Sequence Repeats (SSRs) markers were used for genotyping of 103 sugarcane lines. All reactions were singleplex. The first set of four primers (i.e mSSCIR14, SMC 179SA, SMC 222CG and SMC 1493CL) were M-13 tailed primers with two separate dyes (IRD-700 and IRD-800) attached having absorbance of wavelengths 700nm and 800nm. These markers were amplified using touch down protocol on S^{-1000} TM thermal cycler (Bio Rad). The PCR amplification conditions were as follow: 6 cycles of 94°C for 45 seconds, 68 ^{o}C for 30 seconds, decreasing 2°C each cycle and 72°C for 1 minute: 8 cycles of 94°C for 45 seconds, 58 ^{o}C for 30 seconds, decreasing 1°C each cycle and 72°C for 30 seconds: 24 cycles of 94°C for 45 seconds, 50°C for 30 seconds and 72°C for 30 sec., followed by final extension at 72°C for 7 min. with infinite hold at 8°C. The PCR volume was 10µl with 2µl of 30-50ng/µl DNA, 2µl X5 clear buffer, 0.6µ$MgCl_2$ (25mM), 0.06µl dNTPs (25mM), 0.5µl each of forward and reverse primer (1µM), 0.1µl Taq polymerase 5U/µl and 4.05 µl distilled water.

Second set of 26 primer pairs were labelled with fluorescent phosphoramidite dye (FAM) at the 5'end of the forward primers. All these primers (except SCC-89-R & SCC-82) are reported by Pan (2006). However, the primers SCC-89 and SCC-82 are reported by Silva, (2012). All these markers were selected keeping in view their high Polymorphism information content (PIC) values. These primers were also amplified using touch down protocol varying the annealing temperatures and number of cycles.

Genotyping: The electrophoresis based size separation of SSR amplified products was performed on two different genotyping machines as optimum for the primer pairs. The PCR products of M13 tailed primers were first denatured at 95°C for 3 min. and then loaded on the Polyacrylamide Gel (PAG) prepared and fixed for Licor 4300 DNA Analyzer. Ladder was run on the first and the last lane of the gel. PCR products were size separated and bands appeared as orange or green in color depending upon the IR-dye attached to the tailed primers. However, the PCR products of FAM-labelled SSR markers after denaturation at 95°C for 3 min. were genotyped on ABI Genetic Analyzer 3130 which revealed electropherograms. All reactions were singleplex with Gene Scan Liz-500 size standard inserted in each well. Gene Scan files were automatically recorded based upon Capillary electrophoresis CE-based separation process.

Data analysis: Different softwares were used to analyze the data generated by both the genotyping machines. The tiff image files generated by the Licor 4300 Genetic Analyzer were first converted into JPG format and then opened in Gimp 2.0 software which made scoring of bands much easier. The bands were manually scored twice to avoid any error. The cross checker software was also used to verify scoring and estimating band sizes against the size standard.

Capillary electropherograms were revealed from the individual Gene Scan files with the help of Peak Scanner software v1.0 which computed the size of DNA fragments against the GeneScan Liz-500 size standard.

Genotyping analysis: Each allele appeared has a peak on electropherogram and as band on autoradiogram like tiff image file generated by Licor 4300 Genetic Analyzer. Only measurable fluorescence peaks and distinct bands were considered. Each allele was manually scored twice to avoid any error. The presence of allele was designated as "A" while absence as "C". Thus genotyping file of each cultivar was constituted against all the 314 alleles amplified of 30 SSR markers in an affixed sequence order as described by Pan *et al*., (2006).

Polymorphism information content and resolving power values: The potential of each SSR marker for being used in genetic diversity studies was also calculated. Polymorphism information content (PIC) of each SSR marker calculated with the formula of Smith *et al*., (1997).

PIC= 1-$\sum Pi^2$

Where P*i* is the frequency of the *i*th allele

However, resolving power (RP) values of each primer pair was calculated with the formula of Prevost and Wilkinson (1999).

RP=$\sum$lb

Where lb=1-(2×0.5-M)

The "lb" is the allele information while "M" is the proportion of total 103 sugarcane cultivars containing the allele. All calculations were made using Microsoft Excel 2013.

Genetic diversity analysis: Both frequent and trace alleles (with less than 5% presence) showing measurable peaks were scored. However the stutter, dinosaur tails, pull ups and minus-Adenine peaks were not scored (Tew and Pan 2010). The genotyping files of 103 sugarcane lines/varieties were constituted against all the 314 amplified alleles. The resulting genotyping files were aligned using multiple sequence alignment program of DNAMAN software (Lynnon Biosoft, Vaudreuil, Quebec, Canada) to generate homology and phylogenetic tree. All the sugarcane lines/varieties were labelled with numerical values in the homology tree. The names of the sugarcane lines 1-103 were given in the table 2 and 3. We treated the SSR markers as dominant markers in DNAMAN software because in high polyploidy genomes like that of sugarcane, it was difficult to distinguish between the alleles of homologous chromosomes as being heterozygous at particular locus (Oliveira *et al*., 2009; Cordeiro *et al*., 2003). Grouping pattern and diversity among sugarcane clones/varieties were analyzed using homology tree (Chen *et al*., 2009).

RESULTS AND DISCUSSION

Genomic DNA extraction: The concentration and purity of the extracted DNA of all the sugarcane lines/varieties was checked on 0.8% agarose gel and compared with the ladder (Fig. 1). The DNA samples showing compact shining bands were processed for further molecular studies.

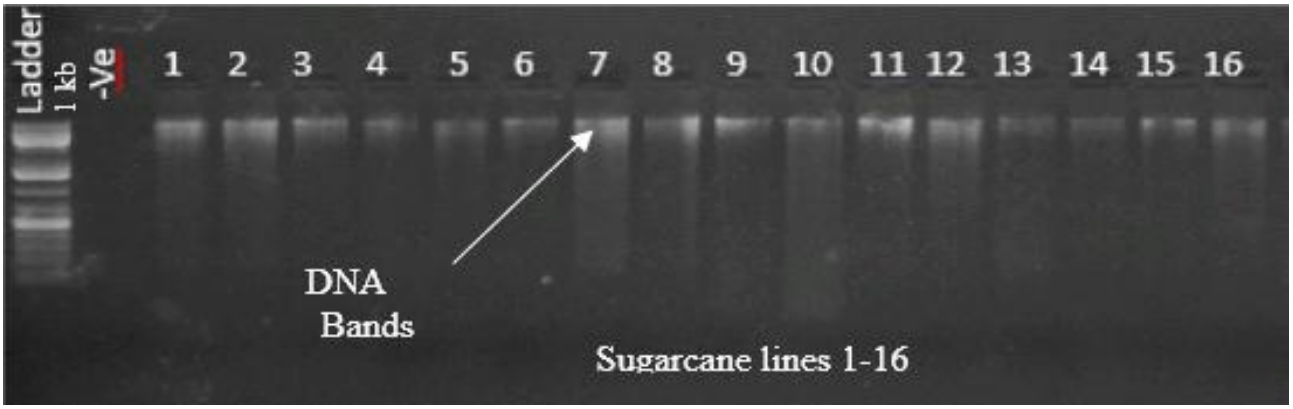


Figure 1: DNA purification of sugarcane samples

PCR amplifications: The extracted DNA samples of all the 103 sugarcane lines/varieties were used as template in PCR amplifications of the 30 SSRs markers. The amplified PCR products of each primer pair were first confirmed by resolving them on 1.8% agarose gel and compared with 100bp ladder. The PCR amplified products of the primer mSSCIR-24 against eighteen (18) sugarcane lines may be seen in figure 2.

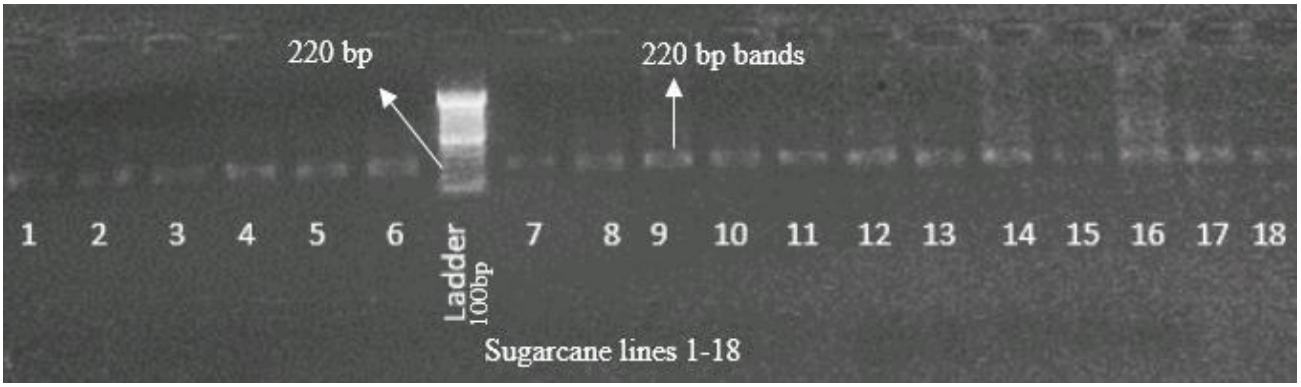


Figure 2: PCR amplification of mSSCIR-24

Genotyping on Licor 4300 DNA Analyzer: The amplified PCR products of M-13 tailed markers were resolved on PAGE gel prepared and fixed for Licor 4300 DNA Analyzer which revealed autoradiograms. Each band represented an allele while shadow bands represented stutters (Fig. 3).

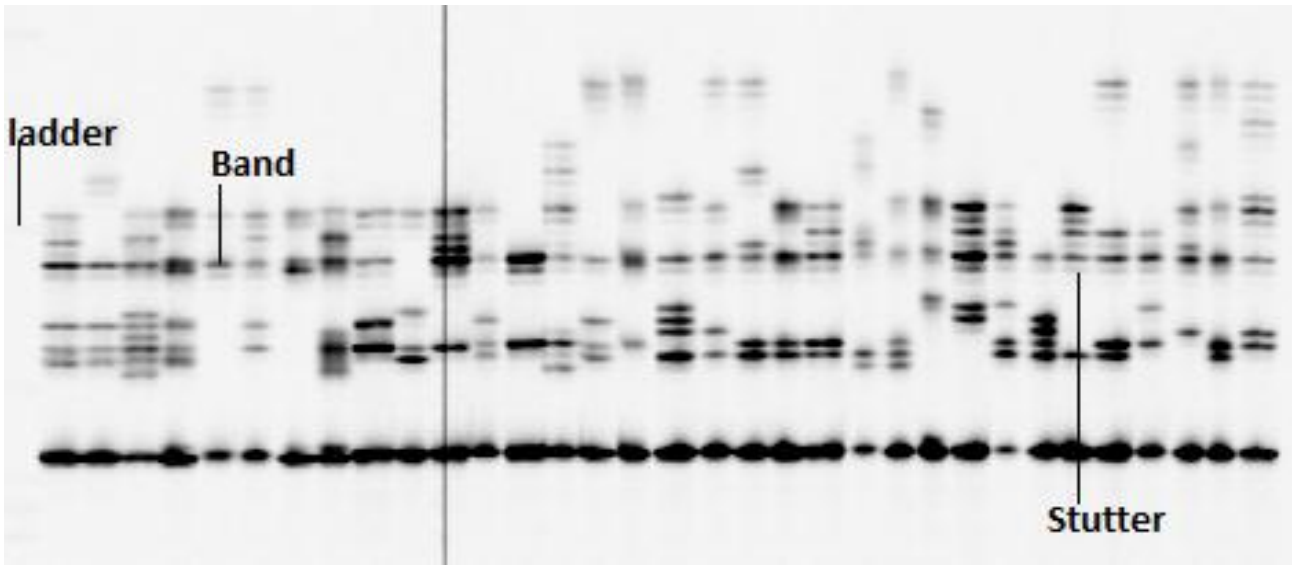


Figure 3: Autoradiogram revealed by Licor 4300 DNA analyzer against SMC 1493 CL

Genotyping on ABI Genetic Analyzer 3730: The PCR amplified products of FAM labelled SSRs markers were first denatured and then genotyped on ABI Genetic Analyzer 3730 which revealed electropherograms. Each larger peak represented an allele while the smaller peaks represented the stutter peaks (Fig. 4). The stutter peaks were normally 1/6th of the real peak in size and one repeat unit larger or smaller than the real peak.

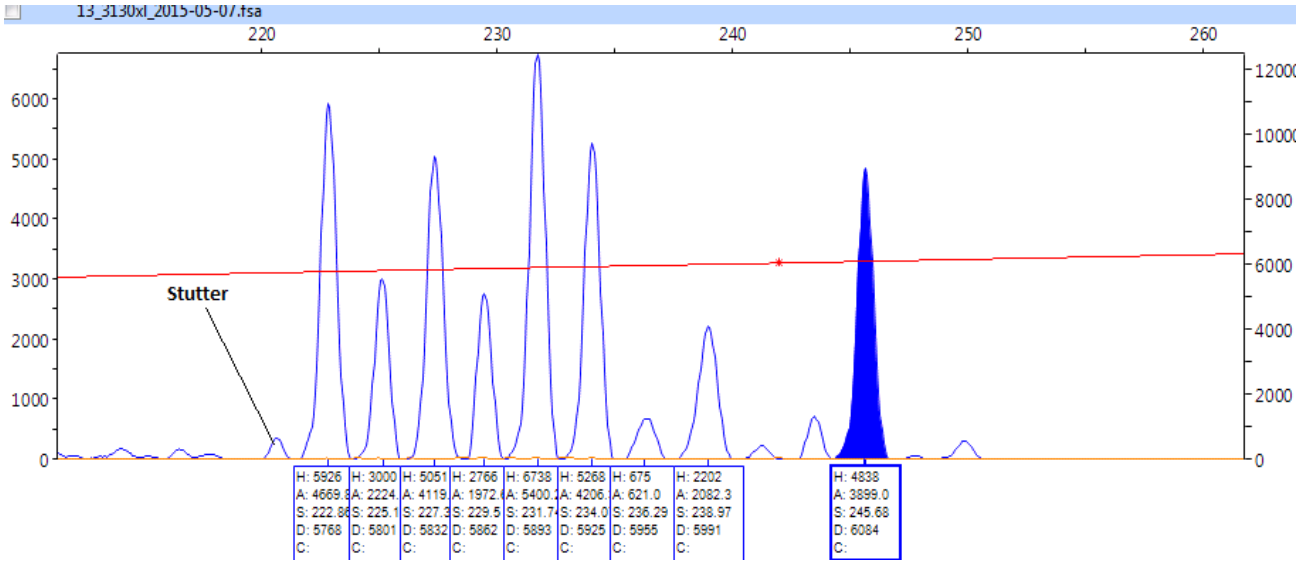


Figure 4: Electropherogram revealed by ABI 3730 Genetic Analyzer against mSSCIR-43

Polymorphic potential of SSR markers: The locus specificity and polymorphic nature of SSRs markers made them highly suitable for genetic diversity studies of sugarcane lines (Glynn *et al*., 2009; Cordeiro *et al*., 2000). Polymorphism information content (PIC), resolving power (RP) values and the number of amplified alleles determines the marker effectiveness for use in genetic diversity studies (Prevost and Wilkinson, 1999; Korkovelos *et al*., 2008; Smith *et al*., 1997). In this study, the number of amplified alleles ranged from 4 (mSSCIR-4) to 19 (SMC640 CS & SMC 2017-FL) with a total of 314 alleles, averaging 10.46 alleles per marker. Three

hundred and eleven (99%) alleles were found polymorphic while only three (1%) alleles were monomorphic in all sugarcane lines/varieties. This indicated high polyploidy and heterozygous nature of sugarcane germplasm. The amplification of so many alleles and their polymorphic nature also revealed the potential of these markers for use in genetic diversity studies. The size range of bands amplified from SMC 1604 SA (i.e. 107-425) was maximum among all the markers.

Polymorphism information content and resolving power values: The ability of SSR primer pair in distinguishing the number of sugarcane clones depends upon the PIC, RP values and the number of detectable alleles. PIC values ranged from 0.67 (mSSCIR-4) to 0.93 (SMC 640 CS) with an average of 0.845 per marker. This indicated high polymorphic potential of these markers. PIC values of any marker merely serve as a reference for its ability to detect genetic variability and it is not necessary for them to be constant. With the change in detection systems, amplification protocols, number and genetic identity of the tested samples, PIC values expected to change accordingly (Pan, 2006). Linear relationship between the PIC values and the number of alleles amplified was observed for each marker.

The RP values based upon the distribution of alleles within the genotypes. These values ranged from 3.68 (SCC-89) to 16.54 (SMC 545 MS) with an average of 9.12 per marker. Prevost and Wilkinson (1999) observed strong linear relationship between discrimination power and resolving power of a marker. Like PIC values, RP values also need not to be constant and may change depending upon the number and nature of the sugarcane germplasm being tested. The SSR markers with their forward and reverse sequences, their PIC values, RP values, number of amplified alleles and their size ranges are given in table 1.

Genetic diversity among 103 sugarcane lines: Homology tree showed genetic similarity of 66-88% among all the tested sugarcane lines indicative of their narrow genetic base (Fig. 5). Hameed *et al*. (2012) reported genetic similarity of 58-79% among 20 sugarcane lines resistant and susceptible to red rot using 21 SSR markers while Alvi *et al*. (2008) observed 67.2-83.3% genetic similarity among 12 sugarcane accessions and mapped them for red rot resistance using 32 RAPD markers. Similarly, 78.9% genetic similarity was found by Afghan *et al*. (2005), while Harvey *et al*. (1994) and later Harvey and Botha (1996) found genetic similarity nearly 80%. Mumtaz *et al*. (2011) also reported mean genetic similarity of 86.3%. The sugarcane clones derived from S. *officinarum* was 80% genetically similar while those derived from S. *spontanium*, were 69.7% genetically similar, indicating their more diverse nature (Selvi *et al.,* 2003). Genetic similarity observed in this study was found slightly higher than what was reported earlier. Such high degree of genetic similarity may be resulted due to frequent self-pollination and cross between closely related genotypes (Shinwari, 2011).

The phylogenetic tree grouped all the 103 sugarcane lines into nine major clusters based upon their evolutionary relationships and indicated their common origin (Fig. 6). The branch lengths determined the amount of change that was occurred between the two sugarcane lines since they had common ancestry.

Response of 103 sugarcane lines against whip smut: Maximum 88% genetic similarity was found among SL-96-278 and SL-96-234 cultivars. Both of these were found moderately resistant to whip smut. Based upon the relationships among all the sugarcane cultivars, these were grouped into eighteen clusters in roman numbering (Table 2 and 3). Maximum thirteen sugarcane lines were grouped in the cluster V while minimum two sugarcane lines (SPSG-24 & S. 2006-US-384) grouped in cluster XII. The varietal response to whip smut in each cluster was also screened out (Table 2 and 3).

The grouping patterns of all the sugarcane lines and their response to smut can be categorized in two major types of clusters. The sugarcane lines in most of the clusters were found resistant to whip smut while in others differential response to whip smut was observed. The clustering of whip smut resistant sugarcane lines together in the several clusters (i.e. cluster I, III, IV, V, VI, VII, X, XI, XII, XIV & XVIII) indicated the presence of genomic regions responsible for inducing whip smut resistance among these sugarcane lines. The germplasm of sugarcane lines within these clusters could be used in future breeding programs for developing whip smut resistant cultivars.

However despite sharing a certain amount of genetic similarity, whip smut resistant, moderately resistant, moderately susceptible and susceptible sugarcane lines were observed in cluster VIII. Presence of whip smut resistant and susceptible sugarcane lines together in the same clusters (IV, VIII, IX and XV) indicate that whip smut resistance is neither restricted to particular sub-populations nor governed by genes with large effects but instead is a genuine quantitative trait. Differential response to whip smut also indicates that whip smut resistance is controlled by genes not linked with one another. Numerous genes control smut resistance in sugarcane (Hector, *et al.,* 1995; Lioyd and Naidoo, 1983). Ten chitinase genes were found differentially expressed in defense response against whip smut (Su *et al.,* 2015). Differences in susceptibility of varieties to different smut races have been observed and the resistance does not follow strict gene for gene pattern as observed in some host-pathogen interactions (Grisham, 2001; Gillaspie, *et al.,* 1983). This study helped to find out markers associated with the whip smut.

The sugarcane variety HSF-240 was resistant to the whip smut at the time of its approval in 2002 for general cultivation in Pakistan but now due to change in climatic conditions it has turned into whip smut susceptible cultivar. During the last 7-8 years the weather conditions have been altered to great extent that winter season become too short and summer has become too long with dry season followed by unscheduled raining which is highly favorable for the development of whip smut. Due to forth mentioned reasons, the variety HSF-240 has become highly susceptible to whip smut. This variety was the cross of CP43-33 which also had tendency to whip smut.

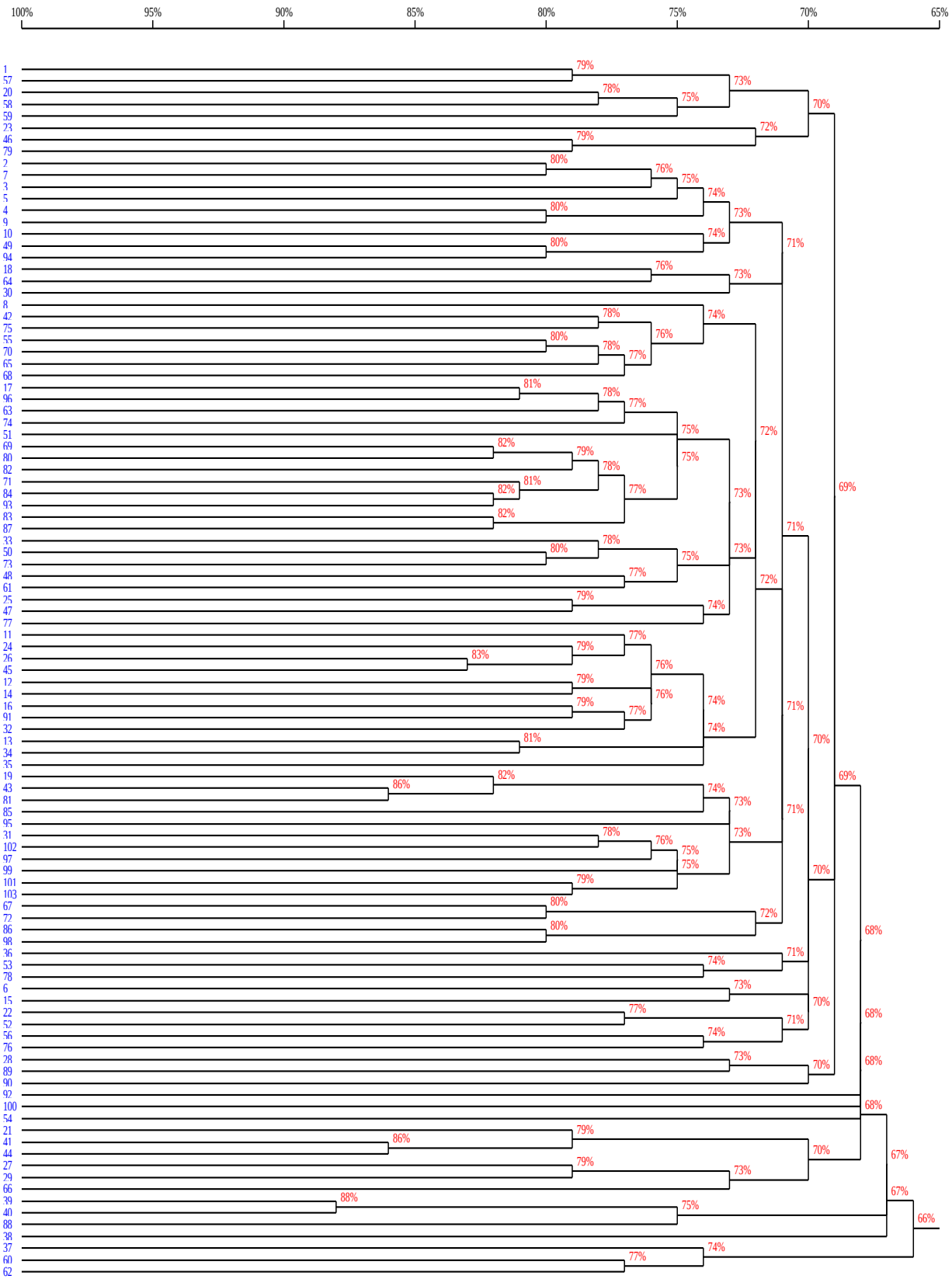
Molecular identification profiles of 103 sugarcane lines: Genotyping files of 103 sugarcane lines against 29 amplified alleles of mSSCIR-19 and mSSCIR-43 markers produced unique binary sequences which were able to distinguish between all the sugarcane lines resistant and susceptible to whip smut (Table 4 and 5). For example, the molecular identification profile of the sugarcane lines HOSG-31 may be read as CACCCACCCAAACACCAAAACAACAACAC.

Molecular identification profiles of five elite sugarcane clones against amplified alleles of various SSR markers may greatly help cane breeders in sugarcane germplasm evaluation and variety identification (Pan, 2006)

Table 1. Primers, their sequences, number and size of amplified alleles with polymorphic alleles in parenthesis, PIC and RP values.

Sr.#	Primer	PIC values	RP values	# of alleles	Size range	Primer Seq - Fwd 5'--> 3'	Primer Seq - Rev 3' --> 5'
1	mSSCIR14	0.83	8.69	6(6)	215-245	GAT TGT TTT TCC CCC ACT A	CAC CTT GTT CTT GCT TTA CTC
2	SMC179SA	0.81	8.25	6(6)	118-262	CAT TTG ACC AAC CAT GCA CAG C	GGC TTG GCA GGA TTG GAA AC
3	SMC 222 CG	0.8	6.87	7(7)	150-209	TTT CAC GAA CAC CCC ACC TA	AGG GAC TAG CAC ACA TTA TTG TG
4	SMC 1493 CL	0.87	10.79	8(8)	108-166	CGA TGA GTA AAT GGG CAG C	GAT ATA GAG GAA GGG ATT GAA GG
5	SMC 668 CS	0.78	6.97	7(6)	213-239	ACG CTT GCG TGC TCC ATT	CCA ATC GTG CCA CTG TAG TAA G
6	mSSCIR-1	0.89	5.61	12(12)	127-187	CTT GTG GAT TGG ATT GGA T	AGG AAA TGG ATT GCT CAG G
7	mSSCIR-4	0.67	4.66	4(3)	240-259	TTC CAG CAG CAG CAT CAA T	CCC ACT AGG AGA AGC AAT AAC T
8	mSSCIR-17	0.88	12.6	12(12)	226-256	AGC ATA GTT TTT GTG GAC	AGT TCT TTT CGT TCT CTG G
9	mSSCIR-19	0.89	11.84	15(15)	120-153	GGT TCC AAA ATA CAC AAA	CAA TCT TAT CTA CGC ACT T
10	mSSCIR-24	0.82	5.49	10(10)	218-252	AGA TGA ACC CAA AAA CTT A	TTA CTC CGC CTC TTT ACT
11	mSSCIR-43	0.92	14.4	14(14)	222-252	ATT CAA CGA TTT TCA CGA G	AAC CTA GCA ATT TAC AAG AG
12	mSSCIR-52	0.84	8.62	10(10)	121-144	ACA AGG GAA GAC AAA TCA G	ACC AAA CCA CAA AGC AAA
13	SCC-89	0.69	3.68	5(5)	183-222	AGT GTT GCG AGA AGC AGC AG	CCC ATG GAT CAC ATG ACA GA
14	SCC-82	0.88	8.99	10(10)	154-198	CTA TCC CAT CCC GGA AAA A	CCG ACT TGA ACA CCA CCA G
15	SMC 7 CUQ	0.85	9.67	9(9)	154-170	GCC AAA GCA AGG GTC ACT AGA	AGC TCT ATC AGT TGA AAC CGA
16	SMC 25 DUQ	0.78	5.61	8(8)	212-232	GCT TCC TAA TCC ATT GTT ATT CTT	GCC ACT CCA TCT GCT AGT GTT C
17	SMC-39BUQ	0.84	9.13	8(7)	128-149	CGT CTG GCG GAT GAA ATT GAG	CCT ATC GGC ATC AAA TGG TCG
18	SMC 334 BS	0.85	8.14	9(9)	135-161	CAA TTC TGA CCG TGC AAA GAT	CGA TGA GCT TGA TTG CGA ATG
19	SMC 336 BS	0.88	8.66	14(14)	133-182	ATT CTA GTG CCA ATC CAT CTC A	CAT GCC AAC TTC CAA ACA GAC
20	SMC-545 MS	0.91	16.54	9(8)	113-145	AGG CTA CAT GCT TAC AGC CAT	TGG TCT ATC ACT TAA TCA GCC AC
21	SMC 569 CS	0.83	6.87	9(9)	157-220	GCG ATG GTT CCT ATG CAA CTT	TTC GTG GCT GAG ATT CAC ACT A
22	SMC 597 CS	0.88	9.96	12(12)	142-177	GCA CAC CAC TCG AAT AAC GGA T	AGT ATA TCG TCC CTG GCA TTC A
23	SMC 640 CS	0.93	14.83	19(19)	216-257	TTA AGA GAC CCG CCT TTG GAA	TGC CAG AAG TGG TTG TGC TCA
24	SMC 703 BS	0.87	11.84	10(10)	193-218	GCC TTT CTC CAA ACC AAT TAG T	GTT GTT TAT GGA ATG GTG AGG A
25	SMC 766 BS	0.9	9.17	15(15)	177-216	TTA CTC GGC TGG GTT TTG TTC	TAA GAA TCG TTC GCT CCA GC
26	SMC 851 MS	0.86	7.44	11(11)	125-144	ACT AAA ATG GCA AGG GTG GT	CGT GAG CCC ACA TAT CAT GC
27	SMC 1282FL	0.8	6.16	15(15)	340-411	CGG TGA CCT TAG GCT ACC AT	TGG GAG AAT CTA GCT TGA CAA C
28	SMC 1604 SA	0.9	14.9	14(14)	107-425	AGG GAA AAG GTA GCC TTG G	TTC CAA CAG ACT TGG GTG G
29	SMC 1751 CL	0.79	7.76	7(7)	139-152	GCC ATG CCC ATG CTA AAG AT	ACG TTG GTC CCG GAA CCG
30	SMC 2017 FL	0.91	9.36	19(19)	211-255	CAC AAG TGA AGA TAA TAG TGT CCC T	GAT CCC AAA TCC CTT GAT CTC
Mean values		0.85	9.12				
Standard Deviation		±0.06	±3.15				

PIC= Polymorphism Information Content
RP= Resolving Power.



The names of the sugarcane lines 1-103 may be seen in table 2 and 3.

Figure 5. Homology tree with numerical values representing 103 sugarcane lines

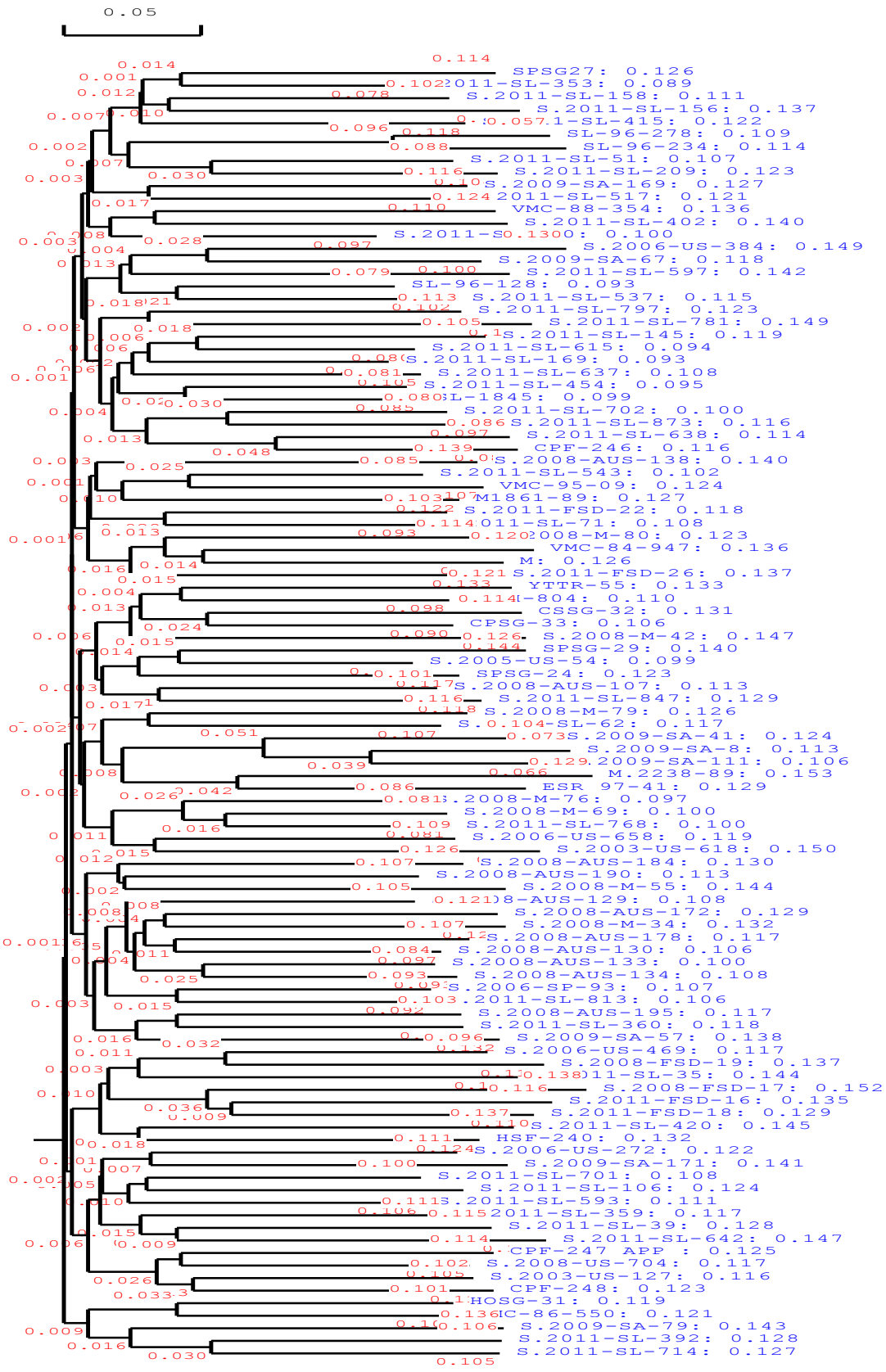


Figure 6. Phylogenetic tree of 103 sugarcane lines

Table2. Varietal response to whip smut, assigned numerical values and observed clusters in homology tree.

Clusters	Varieties	Num. Val.	Response to Whip Smut	Shared Homology	Clusters	Varieties	Num. Val.	Response to Whip Smut	Shared Homology
	HOSG-31	1	Resistant			S.2011-SL-145	69	Resistant	
	VMC-86-550	57	Resistant			S.2011-SL-615	80	Resistant	
	S.2008-M-80	20	Resistant			S.2011-SL-637	82	Resistant	
	VMC-84-947	58	Resistant			S.2011-SL-169	71	Resistant	
1	M70-89	59	Resistant	70%	V	S.2011-SL-454	84	Mod. Resistant	75%
	S.2009-SA-79	23	Resistant			S.2011-SL-1845	93	Resistant	
	S.2011-SL-392	46	Resistant			S.2011-SL-702	83	Resistant	
	S.2011-SL-714	79	Resistant			S.2011-SL-873	87	Resistant	
	YTTR-55	2	Resistant						
	CPSG-33	7	Resistant						
	CSSG-32	3	Mod. Resistant			S.2006-US-272	33	Mod. Resistant	
	BPTH-804	5	Resistant			S.2011-SL-701	50	Resistant	
II	SPSG-29	4	Mod. Susceptible	73%	VI	S.2011-SL-106	73	Resistant	75%
	S.2005-US-54	9	Resistant			S.2011-SL-359	48	Resistant	
	S.2008-AUS-138	10	Mod. Resistant			S.2011-FD-16	61	Resistant	
	S.2011-SL-543	49	Resistant						
	VMC-95-09	94	Resistant						
	S.2008-M-79	18	Mod. Resistant			S.2008-AUS-195	25	Resistant	
III	S.2011-SL-62	64	Resistant	73%	VII	S.2011-SL-360	47	Resistant	74%
	S.2008-M-42	30	Resistant			S.2011-SL-517	77	Resistant	
						S.2008-AUS-184	11	Resistant	
						S.2008-AUS-178	24	Mod. Susceptible	
						S.2008-AUS-133	26	Resistant	
	SPSG-27	8	Resistant			S.2008-AUS-134	45	Mod. Susceptible	
	S.2009-SA-169	42	Resistant			S.2008-AUS-129	12	Mod. Resistant	
	S.2011-SL-156	75	Resistant			S.2008-AUS-190	14	Resistant	
IV	S.2011-SL-353	55	Resistant	74%	VIII	S.2006-SP-93	16	Mod. Resistant	74%
	S.2011-SL-158	70	Resistant			S.2011-SL-813	91	Resistant	
	S.2011-SL-430	65	Resistant			S.2008-AUS-130	32	Resistant	
	S.2011-SL-415	68	Resistant			S.2008-AUS-172	13	Mod. Resistant	
						S.2008-M-34	34	Susceptible	
						S.2009-SA-57	35	Resistant	
	SL-96-128	7	Resistant						
	S.2011-SL-593	96	Resistant			S.2008-M-76	19	Mod. Resistant	
V	S.2011-FD-22	63	Resistant	75%	IX	S.2008-M-69	43	Resistant	73%
	S.2011-SL-71	74	Resistant			S.2011-SL-768	81	Resistant	
	S.2011-SL-797	51	Resistant			S.2011-SL-847	85	Resistant	

Num. Val. = Numerical values
Mod. = Moderately

Table 3: Varietal response to whip smut, assigned numerical values and observed clusters in homology tree

Clusters	Varieties	Num. Val.	Response to Whip Smut	Shared Homology	Clusters	Varieties	Num. Val.	Response to Whip Smut	Shared Homology
	M1861-89	95	Resistant			S.2008AUS107	28	Resistant	
	S.2006-US-658	31	Resistant			ESR 97-41	89	Resistant	
	S.2008-US-704	102	Resistant		XIV	S.2011-SL-642	90	Resistant	70%
	CPF-247	97	Resistant			S.2011-FD-26	92	Resistant	
	HSF-240	99	Susceptible			S.2003-US-618	100	Susceptible	
	S.2003-US-127	101	Resistant		XV	S.2011-SL-35	54	Resistant	68%
IX	CPF-248	103	Resistant	73%		S.2009-SA-41	21	Resistant	
	S.2011-SL-51	67	Resistant			S.2009-SA-8	41	Resistant	
	S.2011-SL-209	72	Resistant			S.2009-SA-111	44	Mod. Resistant	
	S.2011-SL-638	86	Resistant			S.2006-US-469	27	Mod. Susceptible	
X	CPF-246	98	Resistant	72%	XVI	S.2008-FD-19	29	Resistant	
	S.2009-SA-171	36	Resistant			S.2011-SL-420	66	Resistant	70%
	S.2011-SL-797	53	Resistant			SL-96-278	39	Mod. Resistant	
XI	S.2011-SL-781	78	Resistant	71%		SL-96-234	40	Mod. Resistant	
	SPSG-24	6	Resistant			M.2238-89	88	Resistant	
XII	S.2006-US-384	15	Mod. Resistant	73%	XVII	S.2008-M-55	38	Mod. Susceptible	75%
	S.2009-SA-67	22	Mod. Susceptible			S.2008-FD-17	37	Resistant	
	S.2011-SL-537	52	Resistant			S.2011-FD-16	60	Resistant	74%
XIII	VMC-88-354	56	Resistant	71%	XVIII	S.2011-FD-18	62	Resistant	
	S.2011-SL-402	76	Resistant						

Num. Val. = Numerical values Mod. = Moderately

Table 4. Genotyping files of sugarcane lines against 29 alleles of mSSCIR-19 and mSSCIR-43.

Sr. No.	Markers	mSSCIR-19																mSSCIR-43												
	Alleles Varieties	19-120	19-127	19-131	19-132	19-135	19-137	19-139	19-141	19-142	19-144	19-146	19-148	19-150	19-152	19-153	43-222	43-225	43-227	43-229	43-231	43-234	43-236	43-238	43-241	43-243	43-245	43-247	43-249	43-252
1	HOSG-31	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A	C	A	A	C	A	A	C	A	C
2	YTTR-55	C	C	C	C	A	A	C	C	C	A	A	C	A	A	C	C	A	C	A	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C
3	CSSG-32	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	C
4	SPSG-29	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	C	A	C	C	C	C	A	A	A	C	A
5	BPTH-804	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	C	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C
6	SPSG-24	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	A
7	CPSG-33	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C
8	SPSG-27	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C
9	S.2005-US-54	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	C	A	C	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A	C
10	S.2008-AUS-138	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	C	C	A	C	A	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A
11	S.2008-AUS-184	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A	C
12	S.2008-AUS-129	A	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	A	C	C	A	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A
13	S.2008-AUS-172	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	C	A	C
14	S.2008-AUS-190	C	A	C	C	A	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	C	A	A	A	C	A	A	C	A	A	A	C	C
15	S.2006-US-384	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	C	C	C	A	C	A	C	A	C	C	A	A	A	A	A
16	S.2006-SP-93	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	C	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	C	C
17	SL-96-128	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
18	S.2008-M-79	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	C	C	A	C	C	C
19	S.2008-M-76	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	A	C	A	A	A	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	C
20	S.2008-M-80	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	C
21	S.2009-SA-41	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	C	C	C	C	A	A	C	C
22	S.2009-SA-67	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	C	A	A	A	A	A
23	S.2009-SA-79	A	A	C	C	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	C	C	A	C	A
24	S.2008-AUS-178	A	C	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	A	C	A	C	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	C
25	S.2008-AUS-195	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A
26	S.2008-AUS-133	A	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	C
27	S.2006-US-469	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C	A	C	A	C	A	C	C
28	S.2008-AUS-107	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C
29	S.2008-FSD-19	C	C	C	C	C	C	A	A	C	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A
30	S.2008-M-42	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	A	A	C	A	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	A	C	C
31	S.2006-US-658	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	A	C	C
32	S.2008-AUS-130	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	A	C	A	A	C	C	C	C	C	A	A	A	A
33	S.2006-US-272	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	A	C	C
34	S.2008-M-34	C	C	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	C	C	A	C	A
35	S.2009-SA-57	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A
36	S.2009-SA-171	C	A	C	C	A	C	C	C	C	A	A	C	A	C	C	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A
37	S.2008-FSD-17	C	A	A	C	A	A	A	A	C	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A
38	S.2008-M-55	A	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	C	A	C	A	C	C
39	SL-96-278	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	C	A	C	A	A	C	A	C	C	C	C	C	C

40	SL-96-234	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	A	A	A	C	C
41	S.2009-SA-8	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	C	C	A	A	C	C
42	S.2009-SA-169	C	A	C	A	A	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C
43	S.2008-M-69	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	A	C	C	C
44	S.2009-SA-111	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	A	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A
45	S.2008-AUS-134	A	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C
46	S.2011-SL-392	A	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	C	A	C	C	C	C	C	C
47	S.2011-SL-360	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	C	A	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A
48	S.2011-SL-359	C	C	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A
49	S.2011-SL-543	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	C	A	A	A	A	A
50	S.2011-SL-701	A	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	C	A	A	A	A	A
51	S.2011-SL-797	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A
52	S.2011-SL-537	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	A	A	A	A	C	A	C	A

Table 5. Genotyping Files of sugarcane lines against 29 alleles of mSSCIR-19 and mSSCIR-43.

	Markers	**mSSCIR-19**																**mSSCIR-43**												
	Alleles Varieties	**19-120**	**19-127**	**19-131**	**19-132**	**19-135**	**19-137**	**19-139**	**19-141**	**19-142**	**19-144**	**19-146**	**19-148**	**19-150**	**19-152**	**19-153**	**43-222**	**43-225**	**43-227**	**43-229**	**43-231**	**43-234**	**43-236**	**43-238**	**43-241**	**43-243**	**43-245**	**43-247**	**43-249**	**43-252**
53	S.2011-SL-597	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	A	A	C	C	C	A	C	A	C	A	A	C	A	C	A	C	A
54	S.2011-SL-35	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	A	C	C	C
55	S.2011-SL-353	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C
56	VMC-88-354	C	C	C	A	A	A	A	C	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
57	VMC-86-550	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	A	A	A	A	C	A	A	C	A	A	A	A	A
58	VMC-84-947	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A
59	M70-89	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	C
60	S.2011-FSD-16	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A
61	S.2011-SL-39	C	A	A	C	A	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	C	C	A	C	A
62	S.2011-FSD-18	C	C	C	C	A	C	A	A	C	C	A	C	C	C	A	C	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A
63	S.2011-FSD-22	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A
64	S.2011-SL-62	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	A	C	C
65	S.2011-SL-430	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	C
66	S.2011-SL-420	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A
67	S.2011-SL-51	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C
68	S.2011-SL-415	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C
69	S.2011-SL-145	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A
70	S.2011-SL-158	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	A	A	C	C	C
71	S.2011-SL-169	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	C	A	A	A	A	A
72	S.2011-SL-209	C	A	C	C	C	A	C	C	C	A	C	A	A	C	C	C	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	C	C
73	S.2011-SL-106	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	C	C
74	S.2011-SL-71	A	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	C	C	A	A	A	A	A
75	S.2011-SL-156	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	C	A	A	C	C	C
76	S.2011-SL-402	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	A	C	C	A	C	C	C
77	S.2011-SL-517	C	A	C	C	A	C	A	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	A	A	A	C	C

78	S.2011-SL-781	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A	C	A
79	S.2011-SL-714	A	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A
80	S.2011-SL-615	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	C	A
81	S.2011-SL-768	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C
82	S.2011-SL-637	C	A	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	A	A	A
83	S.2011-SL-702	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C
84	S.2011-SL-454	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	C	A	C	A	C	C
85	S.2011-SL-847	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	A	C	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C
86	S.2011-SL-638	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	A	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C
87	S.2011-SL-873	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C
88	M.2238-89	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A
89	ESR 97-41	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A
90	S.2011-SL-642	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	C	A	C	C	A	A	A	A
91	S.2011-SL-813	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A	A	A
92	S.2011-FSD-26	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	C	C	A	C	C	A	C	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A
93	S.2011-SL-1845	C	A	C	C	C	C	A	C	C	A	A	A	C	C	A	C	C	A	C	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A
94	VMC-95-09	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	A	C	C	C	A	C	A	C	A	A	C	A	A	C	A	C
95	M1861-89	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	A	A	C	C	C	A	C	A	A	C	A	C	C	C	C	C	C
96	S.2011-SL-593	C	A	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	A	C	C	A	A	A	C
97	CPF-247	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A	A	C	A	C	C	C	C	A	C	A	C	C	A	C	C	A	A	A	C
98	CPF-246	C	C	A	C	A	C	A	A	C	A	A	A	C	C	A	C	C	A	C	A	A	C	A	C	C	A	A	A	C
99	HSF-240	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	A	A	C
100	S.2003-US-618	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A
101	S.2003-US-127	C	C	C	C	C	A	C	C	C	A	A	C	A	A	C	C	C	C	C	A	C	A	C	C	C	C	A	A	C
102	S.2008-US-704	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A
103	CPF-248	C	C	C	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	A	A	A

Suggestions: To the best of my knowledge, this is the first report revealing genetic diversity based response of promising sugarcane lines/varieties for response against whip smut. From general perspective, this study would help cane breeders in variety identification and designing crosses for developing whip smut resistant cultivars. More diverse whip smut resistant sugarcane lines could be selected for crosses. This will expand the genetic base of sugarcane and the resulting progenies showing better morphological traits and resistance to whip smut could be selected and propagated for the improvement of sugarcane crop in Pakistan.

Acknowledgement: The author warmly acknowledge the continuous support of Dr Per McCord (Research geneticist) and Katherine McCorkle (Biological Science Technician) at USDA Sugarcane Production Research, Florida in the completion of this project. The author also warmly acknowledge the financial support of Higher Education Commission of Pakistan (HEC) for conducting this research at Sugarcane Production Research, USDA-ARS, canal Point, Florida.

REFERENCES

Afghan, S., M.S. Haider, A.H. Shah, N. Rashid, J. Iqbal, M. Tahir and M. Akhtar (2005). Detection of genetic diversity among sugarcane (*Saccharum* spp.) genotypes using random amplified polymorphic DNA markers. Sugarcane Int. 23(6): 15-19.

Aitken, K.S., P.A. Jackson and C.L. McIntyre (2005). A combination of AFLP and SSR markers provides extensive map coverage and identification of homologous linkage groups in a sugarcane cultivar. Theor. Appl. Genet. 110: 789-801.

Alvi, A.K., J. Iqbal, A.H. Shah and Y.B. Pan (2008). DNA based genetic variation for red rot resistance in sugarcane. Pak. J. Bot. 40: 1419-1425.

Brown, J.S., R.J. Schnell, E.J. Power, S.L. Douglas and D. N. Kuhn (2007). Analysis of clonal germplasm from five *Saccharum* species: S. *barberi*, S. *robustum*, S. *officinarum*, S. *sinense* and S. *spontaneum*. A study of inter- and intraspecies relationships using microsatellite markers. Genet. Res. Crop Evol. 54: 627-648.

Chen, P.H., Y.B. Pan, R.K. Chen, L.P. Xu and Y.Q. Chen (2009). SSR marker based analysis of genetic relatedness among sugarcane cultivars (*Saccharum* spp. hybrids) from breeding programs in China and other countries. Sugar Tech. 11(4): 347-354.

Cordeiro, G.M. and R.J. Henry (2001). Evaluation of microsatellites (Simple Sequence Repeats) as genetic markers in sugarcane. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 24: 627-629.

Cordeiro, G.M., Y.B. Pan and R.J. Henry (2003). Sugarcane microsatellites for the assessment of genetic diversity in sugarcane germplasm. Plant Sci. 165: 181-189.

Cordeiro, G.M., G.O. Taylor and R.J. Henry (2000). Characterisation of microsatellite markers from sugarcane (*Saccharum* sp.), a highly polyploid species; Plant Sci. 155: 161-168.

D'Hont, A., L. Grivet, P. Feldmann, P. Glaszmann, S. Rao**,** and N. Berding (1996). Characterisation of the double genome structure of modern sugarcane cultivars (*Saccharum* spp.) by molecular cytogenetics. Mol. Gen. Genet. 250: 405-413.

Divinagracia, N.S. (1980). Emasculation of sugarcane flowers: steam method. Proc. Int. sugar cane Technol. 17: 1287-1295.

Doyle, J.J. and J.L. Doyle (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15.

Edwards, A., A. Civitello, H. A. Hammond and C. T. Caskey (1991). DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats, Am. J. Hum. Genet. 49(4): 746-756.

Gepts, P. (1993). The use of molecular and biochemical markers in crop evaluation studies. Evol. Bio. 27:51-94

Gillaspie, A.G., R.G. Mock and J.L. Dean (1983). Differentiation of *Ustilago scitaminea* isolates in greenhouse tests, Plant Dis. 67: 373-375.

Glynn, N.C., K. Mccorkle and C. Comstock (2009). Diversity among mainland USA sugarcane cultivars examined by SSR genotyping. J. Am. Soc. Sugar Cane Technol. 29: 36-52.

Govindaraj, P., U. S. Natarajan, N. Balasundaram, M. N. Premachandran, T. R. Sharma, K. R. Koundal, and N. K. Singh (2005). Development of new microsatellite markers for the identification of interspecific hybrids in sugarcane. Sugar Cane Int. 23(5): 30.

Grisham, M.P. (2001). An international project on genetic variability within sugarcane smut. Int. Soc. of Sugar Cane Technol. Proceedings. Mackay, Aust. Soc. Sugar cane Technol. 459-461.

Hameed, U., Y.B. Pan, K. Muhammad, S. Afghan and J. Iqbal (2012). Use of simple sequence repeat markers for DNA fingerprinting and diversity analysis of sugarcane (*Saccharum* spp) cultivars resistant and susceptible to red rot. Genet. Mol. Res. 11: 1195-204.

Harvey, M. and F.C. Botha (1996). Use of PCR based methodologies for the determination of DNA diversity between *Saccharum* varieties. Euphytica. 89: 257-265.

Harvey, M., B.I. Huckett and F.C. Botha (1994). Use of polymerase chain reaction (PCR) and random amplification of polymorphic DNAs (RAPDs) for the determination of genetic distance between 21 sugarcane varieties. Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assn. 68: 36-40.

Hector, E., R. Rodriguez, F. de Prada, A. Delmonte and R. Gonzalez (1995). Experimental evidence for the presence of different smut resistance mechanisms in sugarcane. Proceedings of the XXI Congress of the ISSCT, (2): 565-574

Heinz, D.J. (1987). Sugarcane Improvement through Breeding. Elsevier, Amsterdam. pp. 313-342.

Heinz, D.j. and T.L. Tew (1987). Hybridization procedures. In: D.J. Heinz (ED), sugarcane improvement through breeding. Elsevier, Amsterdam. pp. 313-342.

Jahangir, G. Z., Nasir, I. A. and M. Iqbal (2014). Disease free and rapid mass production of sugarcane cultivars. Adv. Life Sci. 1(3): 171-180.

Korkovelos, A.E., A.G. Mavromatis, W.G. Huang, M. Hagidimitriou and C. K. Goulas (2008). Effectiveness of SSR molecular markers in evaluating the phylogenetic relationships among eight Actinidia species. Sci. Hortic. 116: 305-310.

Linneous, C. (1771). Species plantarum. 2 vols. Stockholm. In: 1961 Facsimile edition, J. Carmer, Weinheim, 83

Lioyd, H.L. and G. Naidoo (1983). Chemical assay potentially suitable for determination of smut resistance of sugarcane cultivars. Plant Dis. 67: 1103-1105.

Mumtaz, A.S., D. Nayab, M.J. Iqbal, Z.K. Shinwari (2011). Probing genetic diversity to characterize red rot resistance in sugarcane. Pak. J. Bot. 43(5): 2513-2517.

Nair, N. V., A. Selvi, T. V. Sreenivasan, K. N. Pushpalatha, and S. Mary (2006). Characterization of intergeneric hybrids of Saccharum using molecular markers. Genet. Res. Crop Evol. 53(1): 163-169.

Oliveira, K.M., L.R. Pinto, T.G. Marconi, M. Mollinari, E.C. Ulian, S.M. Chabregas, M.C. Falco, W. Burnquist, A.A.F. Garcia and A.P. Souza (2009). Characterization of new polymorphic functional markers for sugarcane. Genome. 52: 191-209.

Pan, Y.B. (2006). Highly polymorphic microsatellite DNA markers for sugarcane germplasm evaluation and variety identity testing. Sugar Tech. 8(4): 246-256.

Parker, G.D., P.N. Fox, P. Langridge, K. Chalmers, B. Whan, and P.F. Ganter (2002). Genetic diversity within Australian wheat breeding programs based on molecular and pedigree data. Euphytica. (124):293-306

Pinto, L.R., D.C. Leite, T.M. Favero, M.M. Pastina, M. M. Garcia, A. Perecin and D.M. Landed (2011). Identification of microsatellites markers associated with yield components and quality parameters in sugarcane. Int. Sugar J. 113: 56-60.

Piperidis, G., G.O. Taylor and G.R. Smith (2001). A marker satellite marker database for fingerprinting sugarcane clones. Proc. Intl. Soc. Sugar Cane Technol. 24: 632-633.

Polymeropoulos, M. H., H. Xiao, D. S. Rath, and C. R. Merril (1991). Tetranucleotide repeat polymorphism at the human tyrosine hydroxylase gene. Nucleic Acids Research. 19(13):3753.

Prevost, A. and M.J. Wilkinson (1999). A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting. Theor. Appl. Genet. 98: 107-112.

Rao, G.P., D.N.P. Triphathi, U.C. Upadhaya, R.D.R. Singh and R.R. Singh (1996). New promising red rot and smut resistant sugarcane varieties for eastern Utterpardesh. Ind. Sugar J. (14): 261-263.

Selvi, A., N. V. Nair, N. Balasundaram, and T. Mohapatra (2003). Evaluation of maize microsatellite markers for genetic diversity analysis and fingerprinting in sugarcane. Genome. *46*(3): 394-403.

Shinwari, Z. K. (2011). Probing genetic diversity to characterize red rot resistance in sugarcane. Pak. J. Bot. *43*(5): 2513-2517.

Silva, D.C., L.S.C.D. Filho, J.M.D. Santos, G.V.D.S. Barbosa and C. Almeida (2012). DNA fingerprinting based on simple sequence repeat markers in sugarcane clones from the breeding program RIDSEA, Afr. J. Bio. (21): 4722-4728.

Sindhu, R., Govindaraj, P., Balamurugan, A., and Appunu, C. (2011). Genetic diversity in sugarcane hybrids (Saccharum spp complex) grown in tropical India based on STMS markers. J. Pl. Biochem. Biotechnol. 20(1): 118-124.

Singh, R.K., P. Singh, P. Misra and S.P. Singh (2005). STMS marker for tagging high sugar genes in sugarcane. Sugar Tech. 7: 74-76.

Skinner, J. C. (1972). Description of sugarcane clones. III. Botanical description. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 14:124-127.

Smith, J.S.C., E.C.L. Chin, H. Shu, O.S. Smith, S. J. Wall, M. L. Senior and J. Ziegle (1997). An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (Zea mays L.): comparisons with data from RFLPs and pedigree. Theor. Appl. Genet. (95): 163-173.

Soeprijanto, S.G. (1989). Emasculation of sugarcane (*Saccharum* spp.) tassels using alcohol immersion. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 20: 860-863

Su, Y., L. Xu, S. Wang, Z. Wang, Y. Yang, Y. Chen, and Y. Que (2015). Identification, phylogeny, and transcript of chitinase family genes in sugarcane. Scientific reports, *5*.

Tew, T.L. (2000). World sugarcane variety census revisited, 6th ISSCT breeding workshop, Barbados

Tew, T. L., and Y. B. Pan, (2010). Microsatellite (simple sequence repeat) marker–based paternity analysis of a seven-parent sugarcane polycross. Crop Sci. 50(4):1401-1408.

ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN DE CAÑA SEMILLA DE ALTA CALIDAD E IMPLANTACIÓN DE LOTES SEMILLEROS PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES CAÑEROS EN TUCUMÁN-ARGENTINA

HIGH QUALITY SEED CANE PRODUCTION STRATEGY AND IMPLEMENTATION OF NURSERIES FOR SMALL PRODUCERS IN TUCUMÁN-ARGENTINA

Patricia Digonzelli; J.Giardina; D. Duarte; M. Medina; S. Fajre; E. R. Romero; F. Leggio; J. Tonatto; J. Fernández de Ullivarri y A. Sanzano*
Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar, *Sección Suelos y Nutrición Vegetal. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. W.Cross 3150, Las Talitas, Tucumán, Argentina (4101). pdigonzelli@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Se analizan aspectos relevantes de la estrategia de provisión de caña semilla de alta calidad e implantación de semilleros para pequeños productores cañeros de Tucumán, Argentina, implementada por el Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA) entre 2013 y 2016. Se implantaron 144 semilleros Registrados y 362 Certificados, ocupando 92,2 y 626 ha, respectivamente. Participaron de la estrategia 19 cooperativas y más de 60 grupos de pequeños productores. Los semilleros proveen semilla de alta calidad, especialmente de variedades recientemente liberadas. Así, el 70% de la superficie de semilleros está implantada con nuevas variedades. La producción cultural de los semilleros supera las 75 t/ha, rendimiento alto para Tucumán, y evidencia el impacto que la semilla de alta calidad, las variedades y el adecuado manejo agronómico tienen sobre la productividad de los cañaverales, logrando que desaparezca la brecha productiva entre pequeños y grandes productores.
Palabras clave: semilla de alta calidad, semilleros, producción de caña de azúcar.

ABSTRACT

The strategy of providing high quality seed cane and implementation of sugarcane nurseries for small sugarcane producers in Tucumán, Argentina from 2013 to 2016 was analyzed. During this period, 144 registered nurseries and 362 certified nurseries were installed, occupying 92.2 and 626 ha, respectively. 19 cooperatives and more than 60 groups of small growers participated in were included in this strategy. Nurseries provide high quality seed cane of recently released varieties. Thus, 70% of nursery area is implanted with new varieties. The yield of these nurseries exceeds 75 t / ha, which is considered a high yield for Tucumán. This shows the impact that high quality seed cane, varieties and proper agronomic management have on the productivity of the cane fields.
Key words: high quality seed cane, sugarcane nurseries, sugarcane production

INTRODUCCIÓN

En Tucumán, Argentina hay unos 4500 pequeños productores cañeros, que representan 15-20% del área con caña de azúcar (Secretaría de Política Económica, 2011). Estos productores tienen dificultades para incorporar tecnologías, renovar sus cañaverales con una frecuencia adecuada, acceder a nuevas variedades y a caña semilla de alta calidad. Como consecuencia los niveles productivos de sus cañaverales son, en general, menores a 57 t/ha. Desde 2013 se desarrolla en Tucumán el Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA), financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y ejecutado por la Unidad para el Cambio Rural (UCAR). El programa tiene un componente destinado a los pequeños productores cañeros (aquellos que tienen hasta 50 ha con caña de azúcar) cuya finalidad es fortalecer las capacidades productivas y de comercialización de estos productores.

Entre las tecnologías críticas para incrementar la productividad de los pequeños productores se destaca la renovación de sus cañaverales con nuevas variedades y utilizando semilla de alta calidad. La EEAOC participa en el PROICSA suministrando a los pequeños productores caña semilla de alta calidad de las variedades difundidas y de las nuevas variedades. Así mismo, brinda asistencia técnica para que los productores multipliquen y utilicen esta simiente, garantizando los estándares de calidad. Con esto se pretende brindar herramientas tecnológicas que permitan aumentar la productividad de los cañaverales de los pequeños productores. En este trabajo se analizan los aspectos relevantes referidos a la estrategia de semilleros implementada durante 2013-2016 por el PROICSA.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EEAOC produce caña semilla de alta calidad mediante cultivo de meristemas y micropropagación, esta semilla se multiplica en el campo según un esquema que involucra tres etapas de semilleros: Básicos, Registrados y Certificados. En el marco del PROICSA, desde 2013 y hasta la fecha, se entrega semilla de alta calidad de los semilleros Básicos de la EEAOC (primera etapa de multiplicación en campo) para la implantación de semilleros Registrados (segunda etapa de multiplicación en campo) en lotes de cooperativas y de grupos de pequeños productores. A partir de 2014 la EEAOC tiene además semilleros Registrados desde los cuales también se entrega semilla para la implantación de semilleros Certificados destinados, especialmente, a grupos de pequeños productores que no están asociados a cooperativas. Asimismo, en 2014, 2015 y 2016 se multiplicaron los semilleros Registrados implantados en cooperativas y grupos de productores dando origen a otros semilleros Certificados. Desde 2014 la semilla de los semilleros Certificados se utiliza para las plantaciones comerciales de pequeños productores. La información analizada en este trabajo se basa en: a) los registros de todas las actividades realizadas por la EEAOC en el PROICSA que se consignan en un sistema informático de gestión, b) los informes de Asistencia Técnica (mensuales), c) los informes trimestrales de actividades y otros informes varios. La distribución de variedades en los lotes semilleros se calculó como porcentaje de la superficie total de semilleros Registrados o Certificados.

RESULTADOS

1.- Implantación de lotes semilleros

La tabla I muestra el número y la superficie de semilleros Registrados y Certificados implantados entre 2013 y 2016 en el marco del PROICSA. La tabla 2 indica el número de cooperativas y de grupos de pequeños productores que participaron de la estrategia de semilleros desde 2013 hasta 2016.

Tabla I. Número y superficie de semilleros Registrados y Certificados del PROICSA implantados en el período 2013-2016, Tucumán, Argentina.

Número y superficie de semilleros del PROICSA implantados entre 2013 y 2016				
Año	**Semilleros Registrados**		**Semilleros Certificados**	
	Nº de semilleros	**Superficie (ha)**	**Nº de semilleros**	**Superficie (ha)**
2013	19	17	12	23
2014	51	48	85	132,2
2015	39	15,6	146	231,6
2016	35	11,6	119	239,3
Total	**144**	**92,2**	**362**	**626,1**

En la tabla 1 se ve la evolución del número y superficie de semilleros Registrados y Certificados. Se destaca el aumento de la superficie de semilleros Certificados como consecuencia de la multiplicación de los semilleros Registrados y de la incorporación a la estrategia de los semilleros de los grupos de productores. Según los datos presentados en esta tabla, con la superficie de semilleros Certificados disponible, los pequeños productores pueden renovar al menos unas 3300-3500 ha comerciales en la campaña 2017.

Tabla 2. Número de cooperativas y grupos de productores que implantaron semilleros Registrados y/o Certificados entre 2013 y 2016 mediante el PROICSA, Provincia de Tucumán, Argentina.

Año	Semilleros Registrados		Semilleros Certificados	
	Cooperativas	Grupos productores	Cooperativas	Grupos productores
2013	13	4	6	1
2014	15	23	15	9
2015	14	24	14	60
2016	8	25	15	58

En la tabla 2 se destaca el incremento del número de grupos de pequeños productores que implantaron semilleros en 2015 y 2016 (60 y 58 grupos, respectivamente). Como se observa en las tablas 1 y 2 la estrategia de semilleros se inició con las cooperativas, ya que tenían cierta organización que les permitía encarar una experiencia de trabajo compartido. Las cooperativas empezaron implantando semilleros Registrados que luego se multiplicaron en semilleros Certificados ubicados en lotes de sus asociados. Estos semilleros Registrados y/o Certificados proveen caña semilla que se distribuye entre los asociados, quienes establecen acuerdos relacionados a las responsabilidades de manejo del semillero, el uso de la tierra, la multiplicación y distribución de la semilla, etc. A partir de 2014 se incorporaron a la estrategia de semilleros grupos de pequeños productores no cooperativizados, pero que llegaron a cierta asociación para recibir asistencia técnica y a partir de allí alcanzaron acuerdos para establecer semilleros que se comparten entre los miembros del grupo. Para estos grupos de productores se decidió que debido a las pequeñas superficies de renovación y al menor grado de organización era una mejor estrategia que implantarán semilleros Certificados lo que les permite disponer de semilla para las plantaciones comerciales sin necesidad de realizar una multiplicación de la misma. Para esto, en 2014 y 2016, la EEAOC implantó y manejó dos semilleros Registrados que brindan semilla para las plantaciones de semilleros Certificados en los grupos de pequeños productores no cooperativizados.

2.- Difusión de nuevas variedades

En la estrategia de semilleros del PROICSA se consideró un eje fundamental la difusión acelerada de los nuevos cultivares de caña de azúcar ya que una de las graves problemáticas que afronta la actividad azucarera tucumana es el bajo nivel de diversificación varietal de los campos comerciales. Según el último censo de variedades (campaña 2013/2014), el 83,1% del área cañera está ocupada por la variedad LCP 85-384 y el 11,7% por TUCCP 77-42 (Ostengo *et al.*,2015). Así, dos variedades ocupan más del 90% del área cañera con un claro predominio de una de ellas.

La tabla 3 muestra la distribución porcentual de variedades en los semilleros del PROICSA. Como puede observarse, en estos semilleros se prioriza la multiplicación de las nuevas variedades que liberó la EEAOC entre 2009 y 2013 (TUC 95-37, TUC 97-8, TUC 95-10 y TUC 00-19). Además, a partir de la presente campaña se comenzará a distribuir TUC 03-12 liberada en 2015. De esta manera, más del 70% del espectro varietal en estos semilleros está compuesto por nuevos cultivares. La excepción la constituye el año 2013, ya que ocurrieron heladas severas que afectaron a TUC 95-10, TUC 97-8 y TUC 95-37, por lo que la mayor parte de la semilla entregada fue de LCP 85-384. Esto también explica el predominio de esta variedad en los semilleros Certificados del 2014 ya que resultan de la multiplicación de los semilleros Registrados 2013. Esta situación se revirtió en las campañas subsiguientes.

Tabla 3. Distribución porcentual de variedades en lotes semilleros Registrados y Certificados implantados por el PROICSA. Años 2013-2016, Tucumán, Argentina.

Variedades	Semilleros Registrados (% de superficie implantada)				Semilleros Certificados (% de superficie implantada)		
	2013	2014	2015	2016	2014	2015	2016
TUC 95-10	6,5	40,7	19,4	32,1	6,3	41,4	36,9
LCP 85-384	61,9	25,8	24,8	6,1	65,8	26,6	25,8

TUC 95-37	23,3	14,9	14,4	6,4	20,2	13,1	9,9
TUC 97-8	8,3	16,6	16,3	13,6	7,7	16,5	14,7
TUC 77-42	--	1,9	2,2	--	--	1,9	1,0
TUC 00-19	--	--	22,9	41,8	--	0,3	11,7

3.- Producción de caña semilla por unidad de superficie

Las figuras 1 y 2 muestran el rendimiento cultural promedio (t. de caña/ha) de los semilleros Registrados y Certificados de los pequeños productores del PROICSA comparado con el rendimiento medio de Tucumán y de los departamentos de Monteros y Simoca, que es donde se encuentran la mayoría de los pequeños productores de la provincia. Los datos corresponden a las campañas 2014 y 2015 en el caso de los semilleros y la media provincial; para los departamentos Monteros y Simoca se utilizó la producción media del 2013 ya que no se dispone de datos de 2014 y 2015.

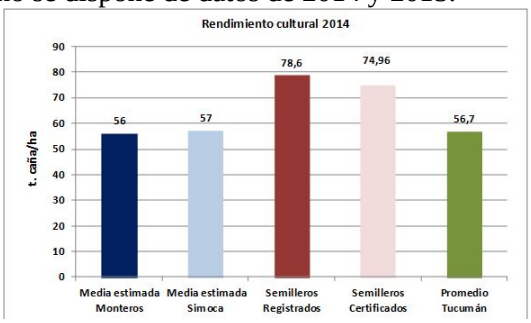


Fig. 1. Rdto. cultural promedio semilleros Registrados y Certificados del PROICSA, promedio de Tucumán y promedio de Monteros y Simoca, campaña 2014.

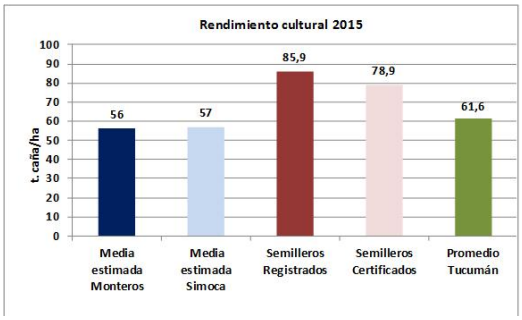


Fig. 2. Rdto. cultural promedio semilleros Registrados y Certificados del PROICSA, promedio de Tucumán y promedio de Monteros y Simoca, campaña 2015.

Como se observa en las figuras, la producción media de los semillleros Registrados fue un 39% mayor en 2014 y 2015 que la media provincial. En el caso de los Certificados la diferencia fue del 32% y del 28% para 2014 y 2015, respectivamente. Esto demuestra el potencial productivo de la semilla de alta calidad y las nuevas variedades y evidencia que estos dos insumos tecnológicos, junto con la capacitación para un mejor manejo agronómico del cañaveral, permiten que se obtengan rendimientos considerados altos para Tucumán.

CONCLUSIONES

Entre 2013 y 2016, en el marco del PROICSA, se implantó una red de semilleros Registrados y Certificados con las variedades difundidas y las de reciente liberación, que abarca toda el área cañera tucumana y está destinada a proveer semilla de alta calidad a los pequeños productores tucumanos.

Para la campaña 2017 se dispone de semilla de alta calidad para al menos unas 3300-3500 ha comerciales.

Desde 2013 a 2016 el número de grupos de productores que implantaron semilleros Certificados y/o Registrados se incrementó sustancialmente como resultado de las estrategias utilizadas para poner la simiente de alta calidad al alcance de un mayor número de pequeños productores.

Los rendimientos culturales alcanzados en los semilleros Registrados y Certificados del PROICSA demuestran el impacto que la semilla de alta calidad, las variedades y el adecuado manejo agronómico pueden tener sobre la productividad de los cañaverales, logrando que desaparezca la brecha productiva entre los pequeños y grandes productores.

REFERENCIAS

Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Económica, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. 2011. Complejo Azucarero. Serie Producción Regional por Complejos Productivos. 24 pp.

Santiago Ostengo; M. A. Espinoza; J. V. Díaz; E. R. Chavanne; D. D. Costilla y M. I. Cuenya. 2015. Relevamiento de la distribución de variedades y de otras tecnologías aplicadas en el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán. Gacetilla Agroindustrial Nº 78. 19 pp. ISSN 0328-6789.

REVISIÓN DE LA ROYA PARDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA
AN OVERVIEW OF SUGARCANE BROWN RUST IN CUBA

La O M[1*], Perera MF[2], Bertani RM[2], Acevedo R[1], Arias ME[3,4], Casas MA[1], Pérez JM[1], Puchades Y[1], Rodríguez E[1], Montalván J[1], Alfonso I[1],Castagnaro AP[2]

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km1½, Boyeros, La Habana, Cuba. lao@inica.azcuba.cu
2. Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA), Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC) - Av. William Cross 3150, C.P. T4101XAC, Las Talitas, Tucumán, Argentina.
3. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Miguel Lillo 205, C.P. 4000. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

RESUMEN

En este trabajo se realiza un análisis retrospectivo de la composición de cultivares a favor de la resistencia a la roya parda (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow) en Cuba, así como la detección y caracterización molecular de los aislamientos de este hongo se realizó por el análisis de la región ITS. Se evaluaron en condiciones de foco de infección natural los progenitores más utilizados en el programa de mejoramiento y los cultivares comerciales del país. Se secuenciaron tres fragmentos que habían sido amplificados con el par de cebadores PmF/R. Hasta el año 2002 en Cuba, predominó un grupo reducido de cultivares que fueron quebrando su resistencia. Sin embargo, en la actualidad existe una resolución gubernamentalque mantiene un balance adecuado a favor de la resistencia y una vigilancia fitosanitaria sostenida sobre los genotipos en producción.

PALABRAS CLAVE: *Puccinia melanocephala*, caracterización molecular, cultivares

ABSTRACT

The aim of the present work was to assess the efficiency of the brown rust management through the use of a wider variety composition. In addition 166 genotypes, including the most used progenitors in the breeding program and commercial varieties were evaluated under natural infection conditions. *P. melanocephala* was identified by molecular characterization of ITS region.Since 2002 a varietal policy supported by a governmental resolution establishing that any cultivar cannot occupy more than 20% of the production area for each production company, local area and province, was applied. The adopted measurement together with permanent phytosanitary monitoring of the cultivars had allowed maintaining an adequate balance of brown rust resistant genotypes since those varieties that change its behavior had been quickly replaced.

KEY WORDS: *Puccinia melanocephala*, molecular characterization, cultivars

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es afectada por múltiples microorganismos, entre ellos *Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow, agente causal de la roya parda. Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en las regiones cañeras del mundo (1).

P. melanocephala ocasiona un retraso en el desarrollo de la planta que se manifiesta tanto en la reducción de la longitud de los tallos, como en la disminución de su número por cepa. En el mundo, en cultivares susceptibles se registran pérdidas de producción entre 10% y 40% (2). Por lo anteriormente expuesto se realizó un análisis retrospectivo

del programa de mejoramiento para la resistencia a roya parda en Cuba y la caracterización molecular de aislamientos del patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de la resistencia de los progenitores más utilizados en el programa de mejoramiento y principales cultivares comerciales: La roya se evaluó en condiciones de foco de infección natural en las localidades de Jovellanos (Matanzas), Florida (Camagüey) y Guaro (Holguín), con alta presión de inóculo y se evaluó según la metodología establecida en el Manual de Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento de la Caña Azúcar en Cuba.

Análisis retrospectivo de la enfermedad en áreas de producción: Se recopiló información sobre el comportamiento frente a roya parda de los cultivares empleados desde el año 1970 hasta la actualidad y cómo se modificaron los porcentajes de área plantada en función de ese comportamiento.

Caracterización molecular del agente causal de roya parda: Se seleccionaron tres muestras (My5514.MT.10, B4362.MT.10 y PR980.MT.10) las que se amplificaron con el par de cebadores PmF/R, específico para *P. melanocephala* (1) y las secuencias fueron alineadas entre ellas y con otras conocidas depositadas previamente en GenBank y su filogenia determinada utilizando Clustal X empleando la opción de vecino próximo con un análisis de 1000 repeticiones al azar.

RESULTADOS

Evaluación de la resistencia de progenitores más utilizados y principales cultivares comerciales: En Cuba se utilizan frecuentemente 166 progenitores, los que fueron evaluados para determinar su comportamiento frente a *P. melanocephala*. De ellos 52 mostraron resistencia a roya parda, 37 intermedios, 39 susceptibles y 31 altamente susceptibles (Tabla I).

Tabla I. Comportamiento ante *P. melanocephala* de los progenitores más utilizados en la campañas de hibridación comercial en Cuba

Comportamiento frente a *P. melanocephala*	Cultivares de caña de azúcar
Altamente Susceptibles	B37161, B42231, B4362, B51410, C1051-73, C120-78, C1616-75, C187-68, C2366-88, C237-80, C266-70, C323-68, C334-64, C568-75, C87-51, C94-60, CG127-45, Co281, Co740, Co997, CP31-294, CP52-43, CP55-13, CP61-96, Ja55-663, Ja60-5, Ja64-11, Ja64-19, Ja64-20, My54129, My5724, NCo310
Susceptibles	B41227, B45181, B45211, B6368, B77218, B77330, B80394, B8066, C227-59, C229-84, C86-12, C86-156, C86-251, C86-503, C86-535, C88-356, C88-380, C88-553, C89-372, C90-105, C90-316, C91-301, C92-325, C92-514, Co419, Co421, CP27-108, CP29-103, CP68-1154, CP70-1133, CP72-2086, CP72-356, CSG87-508, Ja60-5, ML3-18, My5514, My5823, NA63-90, Phill6607, Pomex72, SP70-1284
Intermedios	B60267, B77311, B78505, B80250, C137-81, C147-76, C334-64, C85-154, C85-403, C86-407, C86-456, C86-502, C86-531, C87-135, C88-383, C88-523, C89-136, C89-161, C89-176, C90-101, C90-469, C90-501, C91-367, C91-522, C92-203, C92-249, C92-26, C94-504, C97-59, CP56-59, CP65-392, CP70-1527, Mex66-1235, Mex68-200, POJ2878
Resistentes	C1566-75, C258-88, C311-86, C85-102, C85-277, C85-293, C85-473, C85-507, C86-410, C86-534, C86-551, C86-56, C86-602, C87-134, C87-253, C88-381, C88-556, C89-137, C89-147, C89-148, C89-250, C89-504, C89-507, C89-509, C90-159, C90-317, C90-647, C91-115, C91-356, C92-524, C93-540, C93-567, C97-373, Co6806, CP49-50, CP61-83, CR63-124, CSG86-509, CSG86-510, CSG87-502, CSG87-506, CSR100-87, CSR71-88, Ja64-11, L56-23, L60-25, L68-90, M165-38, Mex60-1459, Mex65-1424

Altamente Resistente	PR980

Durante muchos años se consideró como poligénica la resistencia a esta enfermedad (2). En Cuba se han logrado seleccionar cultivares con comportamiento resistente a partir de progenitores con comportamiento susceptibles o intermedios. En la Tabla II, se presentan los más empleados en la producción en Cuba, así como su comportamiento ante la roya parda y el de sus progenitores.

Tabla II. Comportamiento de los cultivares que ocupan actualmente los mayores porcentajes en producción comercial en Cuba y el de sus progenitores frente a roya parda.

Cultivar	% área ocupada	RR	Progenitor femenino	RR	Progenitor masculino	RR
C323-68	5	AS	B4362	AS	C87-51	AS
C90-469	6.5	INT	C87-51	AS	Ja60-5	S
C86-56	6	R	NCo310	S	C187-68	AS
C86-503	3.2	S	C568-75	AS	Ja60-5	S
C87-51	1.5	AS	Co281	AS	POJ2878	INT
C1051-73	1.5	AS	B42231	AS	C431-62	INT
C86-156	2	S	C16-56	S	C87-51	AS
C90-317	4	R	C187-68	AS	B6368	S
C90-530	2	INT	My5514	S	Co421	S
C89-147	2	R	C236-51	S	B45181	S
My5514	1	AS	CP34-79	S	B45181	S
C120-78	1	AS	Co421	S	C87-51	AS
C89-176	1	INT	NCo310	S	C187-68	AS

RR: reacción frente a roya parda, AS: Altamente susceptible, S: susceptible, INT: intermedio, R: resistente.

Análisis retrospectivo de la enfermedad en áreas de producción: A partir de 1970 el cultivar B4362, susceptible a roya parda, ocupó entre 45-55% del área cultivada nacional. En 1978, año en que se informó dicha enfermedad en Cuba, fue sustituido por Ja60-5, resistente a roya parda. En el periodo entre 1979-1999, este ocupó entre el 40 y 60% del área sembrada, hasta que quebró su resistencia.

A partir del 2002 se implementó una política varietal, que consiste en lograr un balance adecuado a favor de la resistencia y mantener una vigilancia fitosanitaria sostenida sobre los genotipos en producción, así como la disminución y sustitución de aquellos que varíen su reacción frente al hongo. Todo esto está amparado con la Resolución Gubernamental 616/2014 emitida por el Ministerio de la Agricultura, donde se dictamina que cada cultivar no puede ocupar más del 20% del área de una Unidad Productora y esto a su vez se debe cumplir para cada empresa, municipio, provincia y nación (3).

En cuanto a los cultivares que han predominado a partir del 2000, C323-68 lideró el área cañera cultivada llegando a ocupar el 20%, hasta el 2005. Desde entonces hasta la actualidad, como resultado de la medida adoptada existe en Cuba un mosaico varietal formado por alrededor de 98 cultivares, según lo demuestra el censo realizado en junio del 2015. Veintiuno son los cultivares que poseen porcentajes significativos de propagación a nivel nacional (superiores a 1%). Del total de cultivares, 85 fueron obtenidas por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético y ocupan el 83,11% del área sembrada. Las 13 restantes fueron introducidas de diferentes centros de mejoramiento de otros países y ocupan el 16,45% del área (3).

Caracterización molecular del agente causal de roya parda: Los tres fragmentos fueron purificados, secuenciados y depositados en el GenBank con los números de

acceso: KU18035, KU18036 y KU18037 las tres secuencias de aislados cubanos quedan agrupadas con las del continente americano (Argentina y Estados Unidos de América). Sin embargo, todas las secuencias incluidas en este estudio, aunque de otra región geográfica, tienen alta homología entre sí.

DISCUSIÓN

La ocurrencia de epifitias está condicionada por la relación directa que existe entre el área plantada con cultivares de alta susceptibilidad y la presencia de agentes patógenos en condiciones ambientales favorables para su desarrollo, y por consiguiente, propensos a suministrar suficiente concentración de inóculo que garantice la auto-infección. Se ha demostrado en la historia de la caña de azúcar en el mundo que la presencia de patógenos ha causado pérdidas económicas desbastadoras en la producción azucarera; es por ello que surge la necesidad de establecer porcentajes límites en el desarrollo de los cultivares.

En Cuba, varios aspectos han impedido el desarrollo de una nueva epifitia de roya parda. En primer lugar, la sustitución oportuna de B4362 y Ja60-5 que quebraron su resistencia y servían como fuente de inóculo del agente causal circulante en el país. Asimismo, los cultivares que hoy se comportan como susceptibles, no muestran hasta el momento altos niveles de infección. Es por ello que ofrecen la posibilidad de continuar su cultivo de manera no extensiva sin variación significativa en su comportamiento.

En el país el manejo de alrededor de 98 cultivares, entre los cuales sólo 21 ocupan porcentajes superiores al 1% del área nacional, condiciona la poca especialización de los patógenos (3). Por otra parte los estudios moleculares reflejan poca diversidad entre los aislados secuenciados. Con ambas condicionantes se protegen no sólo los cultivares de reacción intermedia, sino también de otras categorías, sin que se exacerbe su susceptibilidad.

Los progresos en los programas de mejora para la resistencia a la roya parda se deben mayormente a la heredabilidad en sentido amplio y estrecho de este carácter. Cabe destacar también que los resultados aquí presentados coinciden con investigaciones previas (2), que demostraron la ocurrencia de segregaciones transgresivas tanto hacia la susceptibilidad como hacia la resistencia. Estos estudios revelaron que progenitores resistentes producen la mayor proporción de progenies resistentes pero que progenitores intermedios y aún susceptibles también pueden producir cierta proporción de progenies resistentes.

LITERATURA CITADA

1. Glynn, N. C.; Dixon, L. J.; Castlebury, L. A.; Szabo, L. J.; Comstock, J. C. 2010. PCR assays for the sugarcane rust pathogens *Puccinia kuehnii* and *P. melanocephala* and detection of a SNP associated with geographical distribution in *P. kuehnii*. PlantPathol. 59:703-711.
2. Costet, L.; Le Cunff, L.; Royaert, S.; Raboin, L. M.; Hervouet, C.; Toubi, L.; Telismart, H.; Garsmeur, O.; Rousselle, Y.; Pauquet, J.; Nibouche, S.; Glaszmann, J-C.; Hoarau, J-Y.; D'Hont, A. 2012. Haplotype structure around Bru1 reveals a narrow genetic basis for brown rust resistance in modern sugarcane cultivars. Theor. Appl. Genet. DOI 10.1007/s00122-012-1875-x.
3. INICA. 2015. XXII Reunión Nacional de variedades, semilla y sanidad vegetal. Revista Cuba&Caña. Suplemento especial 58pp. ISSN 1028-6527.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS CULTIVADOS CON CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN- ARGENTINA

ANALYSIS OF FACTORS DETERMINING PRODUCTIVITY INDEX SOIL CULTIVATED WITH SUGAR CANE IN TUCUMÁN- ARGENTINA

Sanzano G.A,*; Aranda N.D.; Arroyo E.A.; Morandini M.; Romero J.I. y Sotomayor C.

Av. William Cross 3150. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Las Talitas. Tucumán- Argentina
* asanzano@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Los objetivos fueron estimar los Índices de Productividad (IP) de suelos cultivados con caña de azúcar en distintas regiones agroecológicas de Tucumán (Argentina) y analizar la incidencia de cada factor condicionante de la productividad. Muestras de 2500 suelos fueron analizadas en cuatro regiones cañeras. Se estimaron los IP específicos y la asociación de las variables edáficas con cada IP se hizo mediante el método de análisis de componentes principales. Los IP de las regiones de pedemonte y llanura chacopampeana los IP fueron mayoritariamente altos (>69), mientras que en ambas llanuras deprimidas fueron medios (<69) y bajos (<55). Los IP altos en pedemonte se asociaron con la materia orgánica del suelo y en llanura chacopampeana con el contenido de limo del suelo. En las regiones deprimidas los bajos IP obtenidos se explicaron por pH y % de $COCa_3$, aunque en la oriental también la salinidad fue negativo para la productividad.
PALABRAS CLAVE: suelo, productividad, caña de azúcar

ABSTRACT

The objectives were to estimate the Productivity Indices (IP) of soils cultivated with sugar cane in different agroecological regions of Tucumán, Argentina, and to analyze the incidence of each factor conditioning of productivity. Samples of 2500 soils were analyzed in four sugarcane regions. The specific IP values for sugar cane were estimated and the association of the soil factors with each IP was made through principal component analysis. The IPs from the piedmont and chacopampean plain regions were mostly high (>69), and from both depressed plains were medium (<69) and low (<55). The high IP values from piedmont were associated with soil organic matter and those from chacopampean plain were explained by the soil silt content. The depressed regions showed low IP values that were explained by the pH and the COCa3 soil content, while in the east salinity was also negative for productivity.
KEY WORDS: soil, productivity, sugar cane

INTRODUCCIÓN

La provincia de Tucumán tiene establecidas regiones agroecológicas (Zuccardi y Fadda, 1985), en varias de las cuales se cultiva la caña de azúcar, con características climáticas, fisiográficas y edáficas diferentes. La evaluación de tierras para propósitos agrícolas puede realizarse a través de distintas metodologías. La determinación del Indice de Productividad (IP) es un método paramétrico que expresa cuantitativamente la capacidad productiva de las tierras de una región determinada. Un IP expresa la relación entre la capacidad

para producir cierta cantidad de cosecha por hectárea y año, con respecto de la productividad óptima, que proporcionaría un suelo ideal en su primer año de cultivo. Entre los factores determinantes de la productividad de un suelo pueden mencionarse la textura, el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de sales y/o álcalis, la profundidad efectiva del suelo, la condición de drenaje, etc. En Tucumán se han determinado IP para las unidades cartográficas de asociaciones de series de suelos en algunos departamentos provinciales (Moscatelli et *al.* 2005), a una escala de trabajo que no permite identificar las tierras a nivel predial.
Los objetivos del presente trabajo fueron estimar los Índices de Productividad de los suelos cultivados con caña de azúcar en las distintas regiones agroecológicas de la provincia de Tucumán y ponderar la incidencia individual de los factores condicionantes de la productividad de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los años 2013-2016, se hizo un relevamiento intensivo de suelos del área cañera de la provincia de Tucumán, noroeste de Argentina. Se extrajeron muestras a tres profundidades (0–30 cm; 30–60 cm y 60–90 cm) de 2500 sitios georeferenciados y distribuidos en las cuatro regiones agroecológicas en las que se cultiva caña de azúcar: pedemonte húmedo y perhúmedo; llanura deprimida occidental; llanura deprimida oriental y llanura chacopampeana subhúmeda - húmeda. Se hicieron determinaciones analíticas de pH; conductividad eléctrica; % de carbonato de calcio; materia orgánica oxidable; fósforo asimilable; nitrógeno total; calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables; capacidad de intercambio de cationes; y % de arcilla, limo y arena. En campo se registraron rasgos morfológicos en el perfil, tales como presencia de gravas, presencia de capa freática y/o signos de hidromorfía, y características fisiográficas (relieve y pendiente). Para la determinación de los IP, se ha utilizado la metodología propuesta por Nakama y Sobral (1989), pero la ponderación de cada variable en la fórmula se hizo considerando especialmente las características del cultivo de la caña de azúcar, tales como contenido de materia orgánica del suelo como criterio para la nutrición y capacidad de retención hídrica en relación a las necesidades de agua del cultivo teniendo en cuenta que la agricultura que se practica es mayoritariamente de secano.

El IP fue calculado mediante la siguiente fórmula:

IP: C x D x T1 x T2 x Pe x Mo x Sa x Na x CIC x P

Donde:
IP: índice de productividad; C: características climáticas; D: drenaje; T1: textura del horizonte superficial: T2: text. del subsuelo; Pe: prof. efectiva del suelo; Mo; contenido de materia orgánica; Sa: salinidad; Na: alcalinidad; CIC: capacidad de intercambio de cationes; P: pendiente del terreno.

El método consiste en asignar a cada uno de los parámetros de la fórmula (resultados del relevamiento y análisis de los suelos) un valor porcentual, donde 100 implica que la variable es óptima y valores menores que 100 presentan algún grado de limitación. El IP obtenido puede interpretarse como la diferencia entre la capacidad productiva del suelo en su condición actual en relación al valor 100 que se correspondería con el rendimiento potencial máximo del cultivo en la región.
Para analizar la asociación de las variables con cada rango de IP se utilizó el análisis de componentes principales (método Biplot). Ángulos agudos indican asociaciones significativas entre las variables analizadas y la proximidad de las mismas con los distintos rangos de IP se utiliza para explicar la influencia De cada una sobre el valor obtenido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los IP obtenidos se han agrupado en cuatro grupos: IP<39 (muy bajo); IP= 40 - 54 (bajo); IP = 55 - 69 (medio) e IP >70 (alto). Estos mismos rangos han sido utilizados por Nakama y Sobral (1987) para suelos de

la región. En la Figura 1 puede observarse la distribución de los rangos de IP para los 2500 sitios estudiados en las cuatro regiones de producción de caña de azúcar. En las regiones del pedemonte y la llanura chacopampeana los IP altos (sin limitaciones o con limitaciones de carácter tan leve que no afectan de modo significativo la producción del cultivo) son significativamente mayoritarios; en la región de llanura deprimida occidental predominan los suelos de IP medios (las limitaciones observadas pueden provocar disminuciones ligeras o moderadas del rendimiento del cultivo); mientras que en la región deprimida oriental más del 80% de los suelos se ubican entre los rangos medio y bajo, donde estos últimos representan a los suelos con limitaciones severas para el cultivo de caña de azúcar.

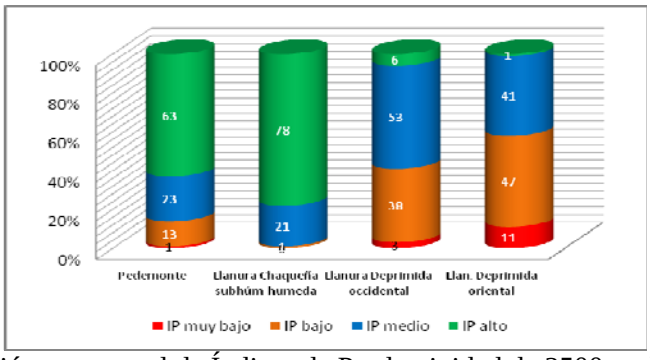


Figura 1. Distribución porcentual de Índices de Productividad de 2500 suelos en las distintas regiones cañeras de la provincia de Tucumán- Argentina

En la figura 2, se muestra el grado de asociación entre los factores que componen el IP, así como la influencia diferencial de esas propiedades sobre cada uno de los rangos de productividad para cada una de las cuatro regiones analizadas.

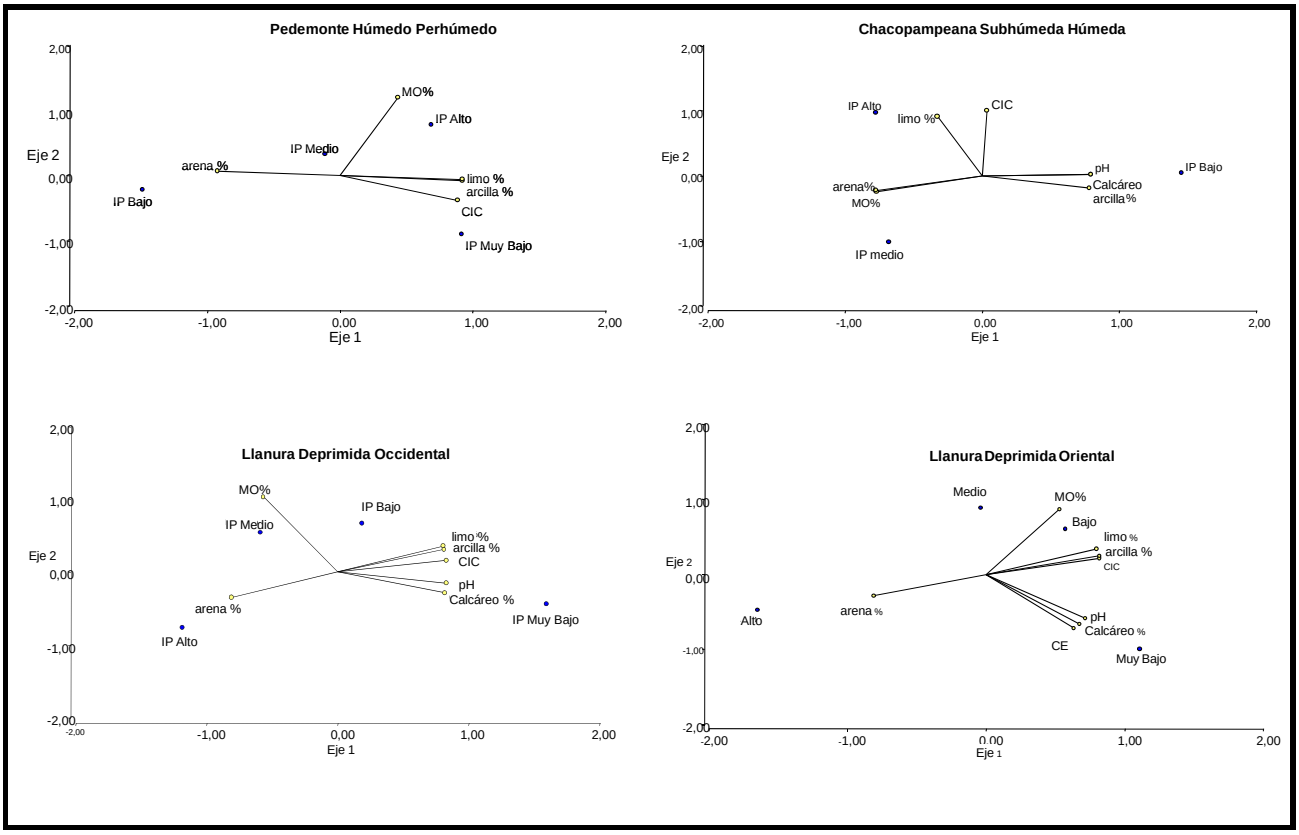


Figura 2. Asociación de variables edáficas con los índices de productividad obtenidos en cuatro regiones agroecológicas de Tucuman- Argentina

En las regiones de llanura deprimida occidental y oriental (ambas cararacterizadas por la presencia de una capa freática de naturaleza fluctuante), se observa que los IP muy bajos están principalmente explicados por el pH y la presencia de carbonato de calcio en la primera y por estas mismas variables más la conductividad eléctrica en la segunda. Estas propiedades edáficas están fuertemente asociadas entre sí porque dependen del nivel freático que impide el lavado de sales solubles y/o calcáreo elevando el pH del suelo por encima de límites tolerables para la obtención de altos rendimientos de la caña de azúcar. La condición de drenaje del suelo está fuertemente asociada a las bajas producciones obtenidas en la región (Sanzano et al. 2006). También se observa en estas regiones, especialmente en el sector oriental, que el rango de IP bajo se explica principalmente por el mayor contenido de arcilla y limo, granulometría que disminuye la permeabilidad y el libre drenaje del exceso de agua. Por el contrario, los mayores tenores de arena en estos suelos se traducen en rangos de IP altos, debido a su mayor permeabilidad y más rápida evacuación de los excesos hídricos.

La llanura chacopampeana subhúmeda-húmeda está caracterizada por materiales originales de origen eólico, bien drenados y de gran homogeneidad textural (la mayoría de los suelos son de textura franco limosa). Aunque no existen limitaciones edáficas importantes, se puede observar que el % de limo es el factor que mejor explica los valores de IP más altos, como consecuencia de la alta capacidad de almacenaje de agua útil que tienen estos suelos.

La región del pedemonte, con un importante porcentaje de suelos con texturas gruesas, muestra una asociación del % de arena con los IP bajos (baja capacidad de retención de agua); mientras que los IP más altos se asocian al contenido de materia orgánica, fuente principal del nitrógeno nativo que abastece el 50% de las necesidades de la caña de azúcar. Sin embargo, del análisis de las estimaciones de rendimiento realizadas anualmente por imágenes satelitales (Fandos et *al.*, 2010,2011, 2012 y 2013), se desprende que las producciones de caña de azúcar estarían por debajo del supuesto potencial productivo de la región.

CONCLUSIONES

En las regiones del pedemonte y la llanura chacopampeana los IP altos son significativamente mayoritarios. En cambio en la región de llanura deprimida occidental predominan los suelos de IP medios, mientras que en la región deprimida oriental más del 80% de los suelos se ubican entre los rangos medio y bajo.
Los factores condicionantes de los índices de productividad fueron distintos en cada región agroecológica. En las regiones del pedemonte y la llanura chacopampeana, los altos IP obtenidos se explicaron por el contenido de materia orgánica en la primera y por el contenido de limo del suelo en la segunda. En cambio, los bajos valores de IP obtenidos en las regiones deprimidas estuvieron fuertemente asociados al pH y el % de $COCa_3$, aunque en la oriental también la salinidad fue factor negativo de la productividad.

REFERENCIAS

-Fandos C.; Scandaliaris J.; Scandaliaris P.; Soria F. y Carreras Baldrés J. Area cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafras 2010; 2011; 2012 y 2013 en Tucumán**.** Reporte Agroind. EEAOC Nº 39, 53, 66 y 83.
-Moscatelli G.; Godagnone R.E.; Salazar Lea Plaza J.C.; Nakama V. y Cuenca M. A. 2005. Estudio de suelos para la reconversión del sector agropecuario. Departamentos Famaillá, Monteros, Simoca y Chicligasta, provincia de Tucumán. ISBN 987-521-148-6. 132 pp.
-Nakama V. & R. Sobral. 1987. Índices de productividad. Método paramétrico de evaluación de tierras. Sec. de Agricultura, Ganadería y Pesca- INTA. Documento del Proyecto PNUD Arg. 85/019, Buenos Aires.
-Sanzano G.A., Sosa F. Soria F.J., Hernández C.F., Morandini M., Rojas Quinteros H., Fandos C., Alonso J., Digonzelli P., Romero E., Fadda G.S. 2006. Estudios preliminares sobre la relación entre las condiciones de drenaje del suelo y la producción de caña de azúcar en la llanura deprimida no salina de Tucumán. EEAOC Avance Agroindustrial Vol 27 Nº4, 19-22
-Zuccardi R.B. y Fadda G.S. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Misc nº 86. Facultad de Agronomía y Zootecnia- UNT. 51 pp.

ECONOMÍA

A VAR ANALYSIS OF THE PRICE OF RAW SUGAR VS FERTILISER INPUT COSTS

ANÁLISIS VAR DE LOS PRECIOS DEL AZÚCAR VS. EL COSTO DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS

Coenraad C.A. Labuschagne, Niel Oberholzer & Pierre J. Venter

Programme in Quantitative Finance, Department of Finance and Investment Management, University of Johannesburg, PO Box 524, Auckland Park 2006, Johannesburg, South Africa
EMAIL: Coenraad.Labuschagne@gmail.com

ABSTRACT

A vector autoregressive (VAR) analysis is presented of the price of raw sugar vs. fertiliser input costs. The VAR model indicates that the price of sugar and fertiliser input costs are statistically significant at various lags. The impulse response shows how the sugar price responds when there is a rapid increase in the price of one of the respective fertiliser inputs and indicates that the impact of a shock is not permanent.

Keywords: VAR, impulse response, sugar, fertilizer.

RESUMEN

Se muestra un análisis del vector auto regresivo VAR del precio del azúcar crudo versus los costos de los fertilizantes empleados, que resultan estadísticamente significativos en varias etapas o periodos. El impulso respuesta que se produce al analizar esta situación muestra que el precio del azúcar responde cuando hay un rápido incremento en el precio de alguno de los fertilizantes empleados e indica también que el impacto de ese choque no es permanente

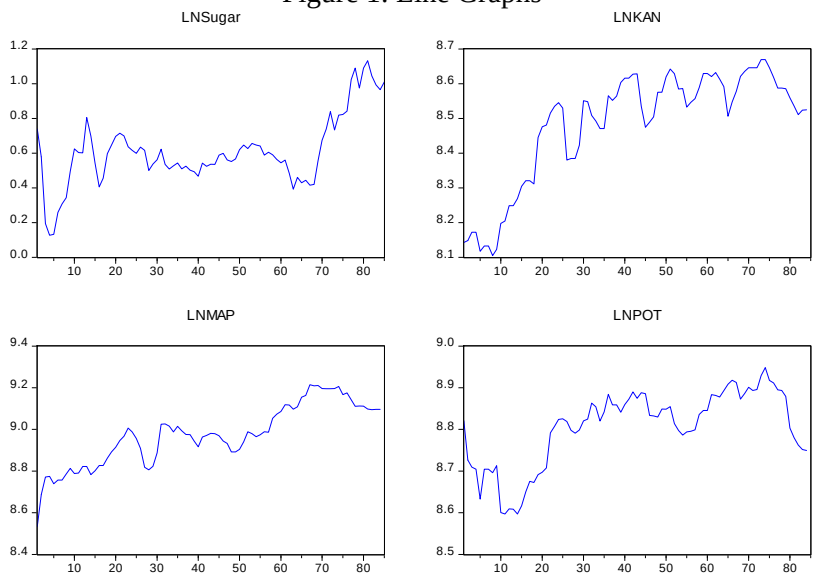
Palabras claves: VAR, impulso respuesta, azúcar, fertilizante.

INTRODUCTION

The price of raw sugar depends on the input costs of the production process. An important constituent of the production process is fertiliser and constituents of fertiliser. A vector autoregressive (VAR) analysis is presented of the price of raw sugar vs. fertiliser input costs.

The US dollar price of raw sugar data was obtained from the Thomson Reuters Datastream databank. For the purpose of this study, the US dollar price of raw sugar was converted to South African Rand (ZAR) and the historical ZAR prices of the Koch Advanced Nitrogen® fertiliser (KAN), monoammonium phosphate fertiliser (MAP), and Potassium Chloride (a fertiliser constitute) were obtained from Grain SA - NAMPU. Monthly data was used for the period January 2010 until December 2016, this sample period was selected to exclude the Global Financial Crisis period. The line graphs below, where the Y-axis represents the price and the X-axis represents time, show that the logged prices seem to be trended.

Figure 1: Line Graphs



Source: Researchers' own analysis

MATERIAL AND METHODS

According to Koop (2006) [2], the VAR model used in this paper can be specified as follows,

$$\ln Sugar_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{p} \beta_{1i} \ln Sugar_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{2i} \ln Map_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{3i} \ln Kan_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{4i} \ln Pot_{t-i}$$

$$\ln Map_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{1i} \ln Sugar_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{2i} \ln Map_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{3i} \ln Kan_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \gamma_{4i} \ln Pot_{t-i}$$

$$\ln Kan_t = \alpha_3 + \sum_{i=1}^{p} \delta_{1i} \ln Sugar_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{2i} \ln Map_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{3i} \ln Kan_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{4i} \ln Pot_{t-i}$$

$$\ln Pot_t = \alpha_4 + \sum_{i=1}^{p} \theta_{1i} \ln Sugar_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \theta_{2i} \ln Map_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \theta_{3i} \ln Kan_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \theta_{4i} \ln Pot_{t-i}$$

According to Asteriou and Hall (2015) [1] the VAR model gives an indication of the interrelationship among the included variables which are considered to be endogenous. The estimated parameters of the aforementioned model are reported in the tables below.

Results and Discussion

The lag length criteria in the table below indicate that one lag should be used. The VAR model will be estimated using one lag; hence, p=1.

Table 1: Lag length criteria

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	294.7755	NA	6.17e-09	-7.552612	-7.430856	-7.503910
1	592.6993	557.1562*	4.08e-12*	-14.87531*	-14.26653*	-14.63180*
2	606.5214	24.41310	4.33e-12	-14.81874	-13.72293	-14.38043
3	615.9542	15.68036	5.18e-12	-14.64816	-13.06533	-14.01504
4	627.9328	18.66805	5.84e-12	-14.54371	-12.47386	-13.71579
5	636.7886	12.88118	7.23e-12	-14.35815	-11.80127	-13.33542
6	646.6571	13.32875	8.83e-12	-14.19888	-11.15498	-12.98135
7	653.8597	8.979921	1.18e-11	-13.97038	-10.43945	-12.55804

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

Source: Researchers' own analysis

The estimated VAR model below gives an indication of the interrelationship between the sugar price and the different inputs. The t-statistics indicate that the input costs are significant at various lags. Furthermore, the sugar price is also significant at one lag when the input costs are considered the dependent variable. The adjusted R-squared shows that the model is a good fit.

Table 2: VAR Model

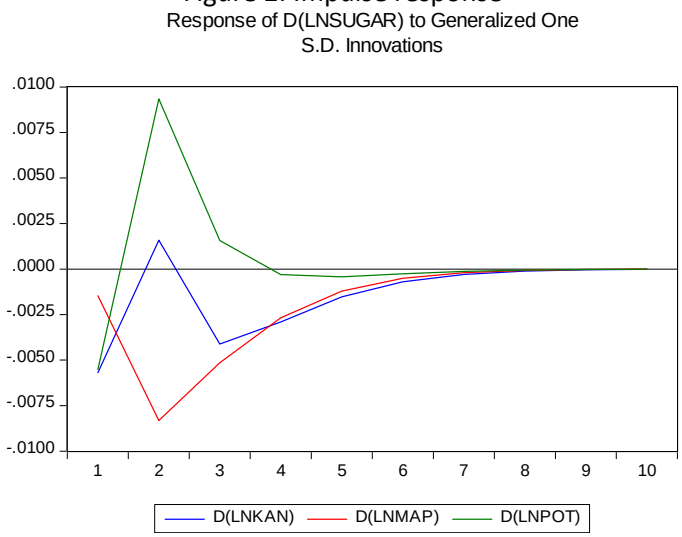
t-statistics in [ ]

	LNSUGAR	LNKAN	LNMAP	LNPOT
LNSUGAR(-1)	0.854510	0.004182	0.012082	-0.058435
	[16.4195]	[0.16026]	[0.55312]	[-3.62094]
LNKAN(-1)	0.009435	0.950703	0.046998	0.155313
	[0.08284]	[16.6447]	[0.98309]	[4.39733]
LNMAP(-1)	0.285408	0.011976	0.840844	0.038813
	[2.55177]	[0.21352]	[17.9113]	[1.11907]
LNPOT(-1)	-0.228407	-0.040069	0.059828	0.702307
	[-1.32153]	[-0.46230]	[0.82473]	[13.1038]
C	-0.539227	0.665642	0.501975	0.990004
	[-0.57069]	[1.40482]	[1.26574]	[3.37882]
R-squared	0.842854	0.939621	0.943329	0.929587
Adj. R-squared	0.834795	0.936524	0.940423	0.925976

Source: Researchers' own analysis

The impulse response below shows how the sugar price responds when there is a rapid increase in the price of one of the respective constituents of fertilizer. The X-axis denotes time, and the Y-axis denotes the change in the sugar price. The price of sugar seems to fluctuate for approximately eight months before moving back to equilibrium. Hence the effect of a shock does not seem to be permanent.

Figure 2: Impulse response



Source: Researchers' own analysis

CONCLUSION

If the variables are considered to be endogenous, it is evident that the price of raw sugar is significant when explaining the prices of fertilizer inputs. Moreover, the prices of fertilizer inputs are significant when explaining the price of raw sugar. Finally, a rapid increase in the price of one of the inputs causes the price of sugar to fluctuate for approximately 18 months and the impact does not seem to be permanent.

ACKNOWLEDGEMENT

The research of the first named author was supported by the NRF (Grant No. 87502). The authors would like to thank Daniel Roode for interesting discussions regarding the content of the paper.

BIBLIOGRAPHY

[1] Asteriou, D., Hall, G. Applied Econometrics Third Edition, Palgrave Macmillan. 2015, ISBN 10 0230271820.
[2] Koop, G. Analysis of Financial Data, John Wiley & Sons. 2009, ISBN 978-0-470-01321-2

GARCH OPTION PRICING MODEL AND IMPLIED VOLATILITY SKEWS FOR SUGAR AND THE GSCI COMMODITY INDEX

EL MODELO GARCH DE OPCIONES DE PRECIOS Y LA VOLATILIDAD IMPLÍCITA PARA AZÚCAR Y EL INDICE GSCI DE MERCANCÍAS

Coenraad C.A. Labuschagne, Niel Oberholzer & Pierre J. Venter
Department of Finance and Investment Management, University of Johannesburg, PO Box 524, Auckland Park 2006, Johannesburg, South Africa
EMAIL: Coenraad.Labuschagne@gmail.com

ABSTRACT

A GARCH pricing model is used to compare the price of options on raw sugar and options on the Goldman Sachs commodity index (GSCI). The methodology shows that the implied volatility of the price of raw sugar is greater than that of the implied volatility of the GSCI index.

Keywords: GARCH, volatility, volatility skew, sugar.

RESUMEN

El modelo de precios Garchse emplea para comparar el precio de opciones de azúcar crudo y opciones en el índice Golden Sachs de mercancías (GSCI). La metodología muestra que la volatilidad implícita en el precio del azúcar crudo es mayor (supera) a aquella volatilidad implícita en el índice GSCI.

Palabras claves : GARCH, volatilidad, azúcar.

INTRODUCTION

Raw sugar is a constituent of the GSCI index. A GARCH pricing model is used to compare the price of options on raw sugar and options on the GSCI commodity index. According to Faber (2007) [3], the GSCI represents a diversified basket of commodity futures that is not levered and long only. The implied volatility of the GSCI and raw sugar are compared across different strike prices, as explained by Kotze el al (2015) [4].

MATERIAL AND METHODS

Duan (1995) [2] makes the following assumption regarding the log returns of an asset,

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = r - \frac{1}{2}h_t + \varepsilon_t.$$

Where S_t is the price of the asset at time t, r is the risk free rate, h_t is the conditional variance and ε_t is the error term. In addition, the following is assumed regarding the volatility process,

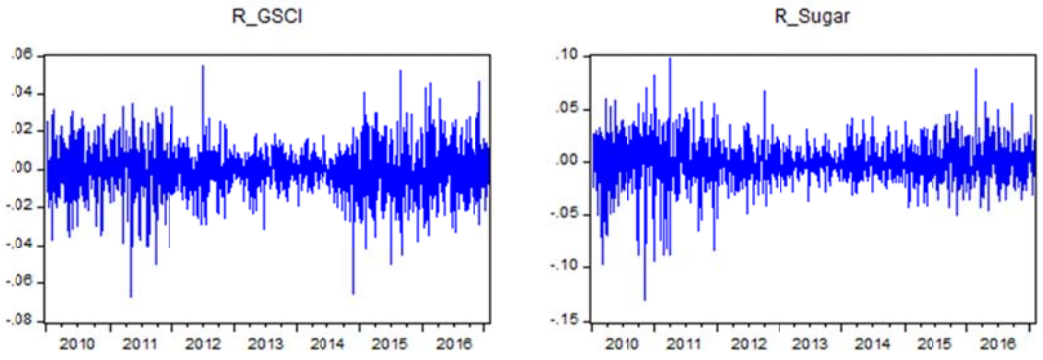
$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1\left(\varepsilon_{t-1} - \lambda\sqrt{h_{t-1}}\right)^2 + \beta_1 h_{t-1}.$$

Where is the unit risk premium. The unit risk premium and other parameters of the volatility process above are calibrated to the actual log returns using the maximum likelihood method.

RESULTS AND DISCUSSION

In this paper, the log returns of raw sugar and the GSCI are used to estimate GARCH model implied volatility skews. Daily data for the period 3 January 2010 until 31 December 2016 was used. The line graphs of the log returns below seem to indicate signs of volatility clustering. According to Brooks (2014) [1], volatility clustering is the tendency for volatility to occur in bunches.

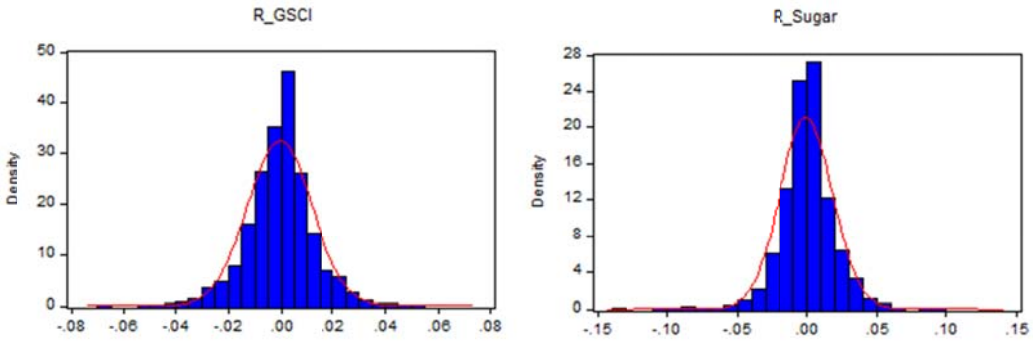
Figure 1: Line graphs



Source: Researchers' own analysis

The histograms below are compared to the normal probability density function. There seem to be signs of leptokurtosis (fat tails). The presence of volatility clustering and leptokurtosis are consistent with the stylised facts of financial time series by McNeil et al (2015) [5].

Figure 2: Histograms



Source: Researchers' own analysis

In order to estimate the parameters of Duan's (1995) [2] GARCH option pricing model, it is necessary to determine whether ARCH effects are present. The ARCH LM test below indicates the presence of ARCH effects at a one percent level of significance for both sugar and the GSCI.

Table 1: ARCH LM Test

	F-statistic	Obs*R-squared
GSCI	23.14994	22.88757
Sugar	141.1457	131.2473

Source: Researchers' own analysis

The parameters below show that shocks will generally be persistent because the sum of the coefficients is close to unity (Brooks 2014) [1]. Furthermore, the risk premium of sugar is positive and the risk premium of the GSCI is negative.

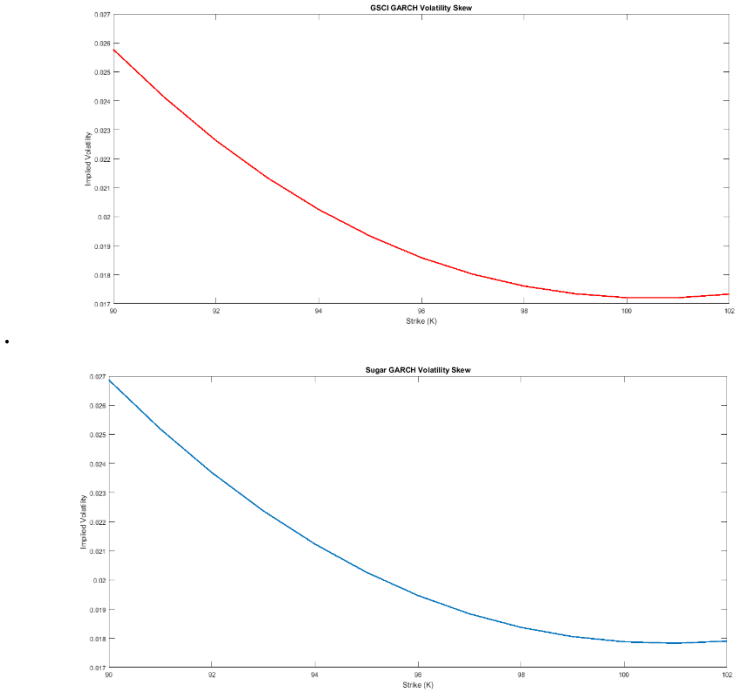
Table 2: GARCH parameters

Parameter	GSCI	Sugar
α_0	9.3E-07	5.96E-07
α_1	0.031185	0.042806
β_1	0.966069	0.954525
λ	-0.00232	0.001416

Source: Researchers' own analysis

The GARCH model implied volatility skews are compared using the same axis scale. It is clear that the implied volatility of sugar than that of the GSCI index. A possible reason is because the GSCI is more diversified and should therefore be less risky.

Figure 3: Implied volatility skews



Source: Researchers' own analysis

CONCLUSION

The volatility skew of an option on raw sugar retains the shape of the volatility skew in the market. The volatility of the price of raw sugar is greater than that of the volatility of the GSCI. A possible reason for this is that the GSCI is more diversified than sugar.

ACKNOWLEDGEMENT

The research of the first named author was supported by the NRF (Grant No. 87502).

BIBLIOGRAPHY

[1] Brooks,C. Introductory Econometrics for Finance. Cambridge: University Press, 2014, ISBN: 9780521694681.
[2] Duan, J.C., 1995. The GARCH option pricing model. Mathematical finance, 5(1), pp.13-32.
[3] Faber, M.T., 2007. A quantitative approach to tactical asset allocation. The Journal of Wealth Management, 9(4), pp.69-79.
[4] Kotze A, Oosthuizen R, Pindza E. Implied and local volatility surfaces for South African Index and foreign exchange options. Journal of Risk and Financial Management, 2015, 8, 43-82.
[5] McNeil, A.J., Frey, R. and Embrechts, P., 2015. Quantitative risk management: Concepts, techniques and tools. Princeton university press. ISBN: 9780691166278

THE TRUMP EFFECT ON SUGAR PRICES
EL EFECTO TRUMP EN LOS PRECIOS DEL AZÚCAR

Roxanne L. Andrew & Coenraad C.A. Labuschagne

Programme in Financial Planning and Programme in Quantitative Finance, Department of Finance and Investment Management, University of Johannesburg, PO Box 524, Auckland Park 2006, Johannesburg, South Africa
EMAIL: Randrew@uj.ac.za

Abstract
Newly elected president Donald Trump has caused concern amongst U.S. trade partners. His views about trade agreements are confrontational and negative and proposes an overhaul of trade agreements. Some of these proposed changes will affect the sugar trade with the US and its trade partners.
Keywords: Donald Trump, sugar, trade

Introduction

In November 2016 Donald Trump shocked the world by being elected President of the United States of America. Throughout his presidential campaign Donald Trump has been advocating for an overhaul of the USA's trade and immigration policies. His statements and proposed policies on trade and immigration have caused concern amongst the USA's trade partners that will be affected if he implements his proposed policy changes.

His trade policies are ultimately supposed to bring jobs and industry back into the USA; he proposes to do so by renegotiating or withdrawing from the North American free trade agreement (NAFTA) and withdrawing from the Trans Pacific partnership (TPP). He has proposed that a 45% tariff be imposed on Chinese imports to the USA until China allows its currency to float free. Trump proposes a 35% tariff on products imported from companies that outsource U.S. jobs to Mexico and to pay for the proposed wall between the countries (Zandi, Lafakis, White & Ozimek, 2016). The trade of sugar is impacted by the trade agreements that Trump proposes to change and these changes may have an effect on the sugar prices.

There are approximately 120 sugar producing countries. The majority of the sugar produced is consumed locally and the balance approximately 30% is traded. A large volume of sugar that is traded, is traded under trade agreements or on preferential terms therefore a small portion that traded freely. This means that even minor changes in production and government policies is said to have large effects on world sugar markets. (Taylor, Koo, 2015). Trumps' proposals for major changes to trade policy that will affect sugar trade among certain countries may have a significant effect on sugar prices.

The USA is the sixth largest sugar producer, fifth largest importer of centrifugal sugar but falls outside the top 20 list for sugar exporting countries, indicating that most of what is produced is consumed domestically (Foreign Agricultural Service, 2016). The U.S. sugar industry has had trade protection since 1789 when the U.S. Congress enacted the first tariff against foreign-produced sugar. The USA imports all of the sugar produced in Mexico (Office of the United States Trade Representative, 2017). According to International Trade Centre, 2015 (ITC) exports and imports sugar and sugar confectionary to the countries that are apart of NAFTA and TTP.

NAFTA entered into force on 1 January 1994, this agreement is between the USA, Canada and Mexico. NAFTA set out separate bilateral undertakings on cross-border trade in agriculture, one between Canada and Mexico, and the other between Mexico and the United States. Between Mexico and US specifically tariffs was phased out over a long period, since January 2008 Mexico has been exporting sugar into the US market tariff free (Villarreal, Fergusson, 2015). Mexico is the 7th largest sugar producer and exporter in the world, Canada is not as significant as Mexico and USA in terms of exports and production, however it is the 14 largest importer of sugar (Foreign Agricultural Service, 2016).

Along with the proposed changes of NAFTA, Donald trump proposes to exit from the TPP which aims to deepen economic ties between the member nations by slashing tariffs and fostering trade to boost economic growth. The agreement has not been finalised, however the U.S exiting could potentially have an impact on the sugar market. The member countries are the United States, Japan, Australia, New Zealand, Malaysia, Canada, Mexico, Peru, Vietnam, Chile, Brunei and Singapore. Brunei is the only TPP member country that does not produce or export sugar (office of the United States trade representative, 2017. Through the TPP Australia will enjoy access to the U.S. sugar market. Because of the uncertainty of the TPP's future, it was tabled in the Australian parliament on 7 February 2017 until the future is decided (Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade, 2017). Although the U.S has another trade agreement with Australia, namely the Australia – United States free trade agreement, sugar has been excluded from this agreement.

Donald Trump's proposed changes to U.S trade policy are major and may have a significant impact on the sugar market. This paper will look at the movement of world sugar prices during key moments of Donald Trump's campaign as a candidate for the Presidency and his subsequent election and inauguration as President of the United States of America. Data used was secondary data and sourced from Thomson Reuters, the time period used is June 2014 to January 2017, a year prior to Trump's presidential announcement and January 2017 when Trump was inaugurated as President.

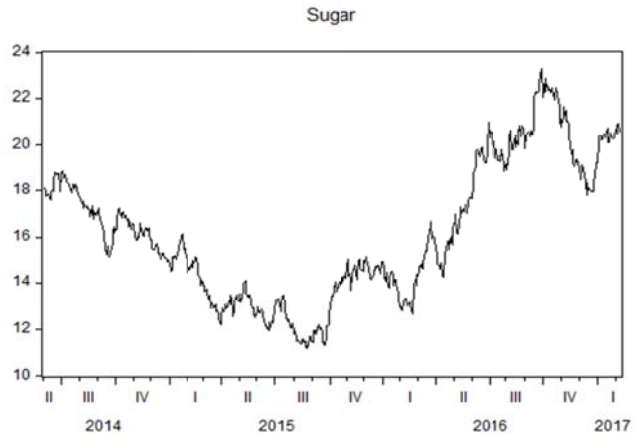


Figure1: Movement of sugar prices between June 2014 and January 2017

Significant phases in the Presidential campaign

Announcement as a Presidential candidate

On June 16, 2015 Trump officially announced he will be running for president of the United States of America. In his announcement speech, Trump made bold negative statements about trade with China and Mexico that were not in favour of trade agreements (Trump presidential announcement, June 2015). Trading prices dropped from 12, 19 to 12, 06 on this day, however it went up to 12, 14 the day after the announcement.

Republican debates

During the republican debate on March 10, 2016 in Miami, Trump's view on trade was expressed again and his opponents were in partial agreement with him in not supporting trade agreements where there is loss of American jobs. The trade agreements referred to are NAFTA and TPP (Republican debate, March 2016). On the day of the final debate prices moved from 14, 66 to 14, 86 and to 15.14 the next day.

Republican nomination

The election for the republican nomination was held on July 7 2016, the price of sugar moved from 20, 36 the day before to 19, 63 on the day and to 19, 49 the day after. The Republican convention was held from the 18 July 2016 to the 21 July 2016. Prices during the convention moved from 19, 29 to 19, 34, then decreased slightly to 19, 33 then 19, 27 and increase to 19, 5 the day Trump was announced officially as the Republican presidential candidate. During his acceptance speech Donald Trump mentions NAFTA calling it “one of the worst economic deals" made by America and proposes renegotiating the deal to make it better for America. He also refers to the support of China joining the World Trade Organization as a colossal mistake and viewed the TPP as negative, destroying manufacturing in America and vowed not to go forward with the deal but to make individual deals with individual countries (Republican presidential nomination acceptance speech, 2016).

Presidential debates

At the first Presidential debate 26 September 2016 Donald Trump stated that NAFTA was the worst trade agreement the U.S. has ever signed and spoke about renegotiating trade deals again. Sugar prices increased from 22.29 to 22, 68 and to 23, 02 the day after. He again brought up NAFTA in the second and final debate saying not only is it the worst deal signed in the history of the USA but also the world. (Presidential debates, 2016 (a), (b), (c)). No Trading occurred on the 9 October 2016 when the second presidential debate took place. The final debate took place on the 19 October 2016, prices increased from 22, 23 to 22, and 27 and declined to 21, 97 the day after.

Presidential election

On the 9 November 2016 Donald Trump was elected president, unlike his debates and other speeches he did not mention any trade agreements. Sugar price dropped from 21, 5 to 21, 02 and remained the same for the day after 21, 02.

Presidential Inauguration

In his inauguration speech, January 2016 President Trump said the following:

> “Every decision on trade, on taxes, on immigration, on foreign affairs will be made to benefit American workers and American families. We must protect our borders from the ravages of other countries making our products, stealing our companies and destroying our jobs”

Although this does specifically refer to any trade agreements, it can clearly be seen from his views previously expressed that he is once again referring to what he calls as disastrous trade agreements made. Sugar was not traded the day after the inauguration however on the day sugar prices increased from 20, 11 to 20, and 52.

Concluding remarks

Although President Trump’s strong views and proposed changes to current trade agreements will affect sugar trade between the U.S. and its trading partners, sugar prices seem not to be affected by the potential change to the sugar trade.

Bibliography

[1] Australian Government Department of Foreign affairs and Trade: accessed 15 February 2017 http://dfat.gov.au/trade/agreements/tpp/Pages/trans-pacific-partnership-agreement-tpp.aspx

[2] Department of Agriculture: Foreign Agricultural Service, Sugar: World Markets and Trade: United States, 2016.

[3] Market Analysis and Research, International Trade Centre (ITC) 2015 accessed 19 February 2017: http://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx

[4] Office of the United States trade representative: Trans Pacific Partnership (TPP), Accessed 10 February 2017: https://ustr.gov/trade-agreements/free-trade-agreements/trans-pacific-partnership/tpp-full-text

[5] Presidential announcement: Donald Trump, 2015: accessed 18 February http://edition.cnn.com/2017/01/20/politics/trump-inaugural-address/
[6] Presidential debate, 2016 (a): accessed 18 February 2017 https://www.washingtonpost.com/.../2016/.../the-first-trump-clinton-presidential-debate-t.
[7] Presidential debate 2016 (b), accessed 18 February 2017 https://www.nytimes.com/2016/10/10/us/politics/transcript-second-debate.html
[8] Presidential debate 2016 (c), accessed 18 February 2017 https://www.washingtonpost.com/news/the-fix/wp/2016/10/19/the-final-trump-clinton-debate-transcript-annotated/?utm_term=.0f1ff71ad096
[9] Presidential election 2016 accessed https://www.nytimes.com/2016/11/10/us/politics/trump-speech-transcript.html?_r=0
[10] Presidential Inauguration 2017 accessed 18 February 2017 http://www.npr.org/2017/01/20/510629447/watch-live-president-trumps-inauguration-ceremony
[11] Republican debate, March 2016 accessed 18 February 2018 http://edition.cnn.com/2016/03/10/politics/republican-debate-transcript-full-text/
[12] Republican presidential nomination acceptance speech 2016, accessed 18 February 2017 http://www.politico.com/story/2016/07/full-transcript-donald-trump-nomination-acceptance-speech-at-rnc-225974
[13] R.D. Taylor, W.W. Koo, 2015, 2015 Outlook of the U.S. and World Sugar Markets, 2014-2024, Agribusiness & Applied Economics Report 739 March 2015
[14] M. A. Villarreal, I.F. Fergusson, 2015. The north American Free Trade Agreement 2015, Congressional research United States Government.
[15] M. ZANDI, C. LAFAKIS, D. WHITE and A. OZIMEK, 2016. The Macroeconomic Consequences of Mr. Trump's Economic Policies, Moody Analytics

ENERGÍA

INTEGRACIÓN ENERGÉTICA INGENIO-DESTILERÍA-PLANTA DE PROTEÍNA UNICELULAR
ENERGY INTEGRATION OF SUGAR MILL-DISTILLERY-UNICELLULAR PROTEIN PLANT

Autor (es): Pérez, I *, Martínez, J, Almazán, O

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña (ICIDCA).Vía Blanca 804 esquina Carretera Central. San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba.
* e-mail: indira.perez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El uso de la energía en la industria azucarera es un elemento de enorme atractivo para resolver el déficit energético nacional, diversificar la producción azucarera y favorecer su viabilidad económica. En este trabajo se realiza el análisis de la integración energética de un complejo agroindustrial formado por un ingenio de 6900 t/d de caña, una destilería de 700 Hl/d y una planta de proteína unicelular de 15 t/d, donde el ingenio suministra vapor y electricidad en el período de zafra a estas plantas, asegurando en ese período bagazo y paja adicional para cogenerar y satisfacer las demandas de vapor y electricidad de las mismas en el período inactivo. Se obtuvo que el ingenio puede satisfacer la demanda de estas plantas y entregar a la red electricidad. Además se obtienen 1000 t/d de bagazo excedente que podrá utilizarse junto a la paja para la generación entregando a la red 26,18 MW-d.
PALABRAS CLAVE: bagazo excedente, cogeneración, integración energética

ABSTRACT

The use of energy in the sugar industry is a very attractive element to solve the national energy deficit, diversifying the sugar production and to promote their economic viability. In this work, the energy integration analysis of an agro industrial complex formed by a sugar mill of 6900 t/d of cane, a distillery of 700 Hl/d and a unicellular protein plant of 15 t/d is done, where the sugar mill supplies steam and electricity in the harvesting period to these plants, assuring in that period bagasse and additional straw to co-generate and satisfy those demands in the inactive period. It was obtained that the sugar mill can satisfy the demand of these plants and deliver electricity to the network. In addition, 1000 t / d of surplus bagasse is obtained that can be used with the straw for the generation in the inactive period delivering to the network 26.18 MW daily.
KEY WORDS: surplus bagasse, cogeneration, energy integration

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, la comunidad internacional, ha tomado conciencia de los tres principales problemas que aquejan a nuestro planeta: la escasez de alimentos, el déficit energético y la preservación del medio ambiente (1). La importancia de resolver estos problemas ha conllevado a los gobiernos a trazar políticas dirigidas a lograr un desarrollo sustentable, concibiendo y promoviendo estrategias y acciones sobre el ahorro y el uso eficiente de la energía; empleando fuentes renovables que permitan reducir la dependencia de los combustibles fósiles y que sean amigables con el medio ambiente. La agroindustria azucarera es una de las fuentes más importantes de energía renovable en Cuba teniendo un gran valor estratégico y económico. Auto sustentada tanto en el orden de la materia prima que ella requiere para su funcionamiento,

generada por la propia agroindustria, así como desde el punto de vista energético, siendo capaz de entregar importantes cantidades de electricidad al SEN, combustible, otros co-productos y derivados.

Es de suma importancia lograr la integración entre sus plantas para potenciar sus producciones, aprovechar de manera integral las materias primas y satisfacer las necesidades energéticas de manera equilibrada, utilizando las menores cantidades del Sistema Electro -energético Nacional (SEN).

En el presente trabajo se realiza el análisis de un complejo agroindustrial formado por un ingenio azucarero, una destilería de alcohol y una planta de proteína unicelular valorando desde el punto de vista energético la integración de las 3 plantas y la influencia que tiene esta integración en las producciones obtenidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se consideró un ingenio azucarero con una destilería y una planta de proteína unicelular anexas al mismo. Se asumió como caso convencional la integración energética en el período de zafra donde el ingenio suministra vapor y electricidad a estas plantas, satisfaciendo durante este período la demanda necesaria para la operación estable de las mismas. Adicionalmente se consideró como segundo caso en el período inactivo la generación de electricidad con el bagazo adicional recuperado y los residuos de la cosecha (paja) para abastecer a la destilería y la planta de Torula durante los días restantes del año y la cantidad excedente se enviará al SEN. Para realizar los balances de masa y energía se utilizó el software Daflex 2.0, diseñado en el ICIDCA para el análisis de alternativas de Diversificación de la Industria Azucarera (2). Los valores asumidos para estos cálculos se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Premisas asumidas para los balances de masa y energía

Parámetro	Valor	Unidad de medida	Parámetro	Valor	Unidad de medida
Días de zafra	150	días	Capacidad turbogenerador	15	MW
Capacidad ingenio	6900	t/d	Eficiencia turbogenerador	80	%
Fibra en caña	13,97	%	Consumo de vapor en turbogeneradores	7,3	kg/kW
Pol en caña	13,04	%	Presión de escape	2,5	kgf/cm^2
Cantidad de calderas	2	-	Entalpía vapor de escape	648,85	kCal/kg
Capacidad caldera	100	t/h	Eficiencia fermentación	80	%
Presión de vapor vivo	42	kgf/cm^2	Eficiencia destilación	99	%
Temperatura vapor vivo	400	ºC	Azúcares fermentables miel	52	%
Entalpía de vapor vivo	766,93	kCal/kg	Índice de consumo vinazas/levadura	55	t/t
Eficiencia caldera	80	%	Rendimiento biomasa /sustrato	24	%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caso convencional

En la Figura 1 se muestran los resultados o para el caso convencional. En el ingenio se producen 754 t/d de azúcar para su venta en el mercado y 207 t/d de cachaza que podrán ser empleadas como fertilizante en las plantaciones cañeras o para la producción de compost. Para la capacidad del ingenio asumida podrán producirse hasta 700 Hl/d de etanol deshidratado y 15 t/d de levadura forrajera para la alimentación animal. Esta última utilizando los residuales de la destilería sirviendo como tratamiento primario de esta corriente altamente contaminante. Además se obtiene como otro producto adicional 16 t/d de levadura *Sacharomyces* excedente de la fermentación alcohólica y con un alto vapor proteico para la alimentación animal.

Como se aprecia el vapor y la electricidad generados satisfacen las demandas de todas las plantas pertenecientes al complejo, entregándose a la red 7,3 MW diario de electricidad. De este balance aún quedan

1000,64 t/d de bagazo sobrante y 1035 t/d de paja que se utilizarán en la cogeneración durante el tiempo de no zafra (caso en período inactivo).

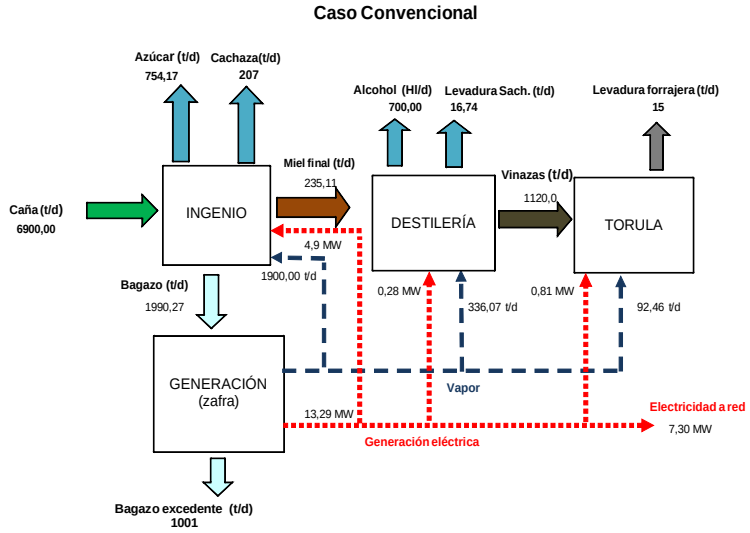


Fig. 1. Diagrama de bloques de la integración ingenio azucarero-destilería-planta de levadura forrajera para el caso convencional

Caso en período inactivo

La utilización del bagazo excedente y los residuos de la cosecha (paja) para la cogeneración en el período inactivo constituyen un método atractivo y eficiente de producción de energía térmica y eléctrica para suministrar a la destilería y la planta de levadura que operan alrededor de 300 días al año. Desde el punto de vista ambiental el uso de estas corrientes residuales permite la operación sin el empleo de combustible fósil, reduciendo de esta manera los costos de producción y los niveles de contaminación así como, aumentando los ingresos adicionales por el aumento de la eficiencia y la venta de la electricidad excedente.

Si tomamos como referencia lo planteado en el informe de la OIA (3) donde se considera que el valor calórico neto de una tonelada de bagazo (con un grado de humedad del 50%) es el mismo que el de 0,213 toneladas de petróleo, el bagazo excedente obtenido en este complejo podría generar en el período inactivo anualmente la misma cantidad de electricidad que con la quema de 31981 de toneladas de petróleo, lo que representaría un ahorro de 7317923,87 USD considerando que el precio del petróleo en el mercado internacional es 35 USD/barril. Si se genera electricidad utilizando estas corrientes residuales resultante de la cosecha de la caña se obtendrían 27,27 MW diarios que satisfacen la demanda de las plantas anexas (1,09 MW) y quedarían disponibles 26,18 MW para entregar a la red (ver Figura 2).

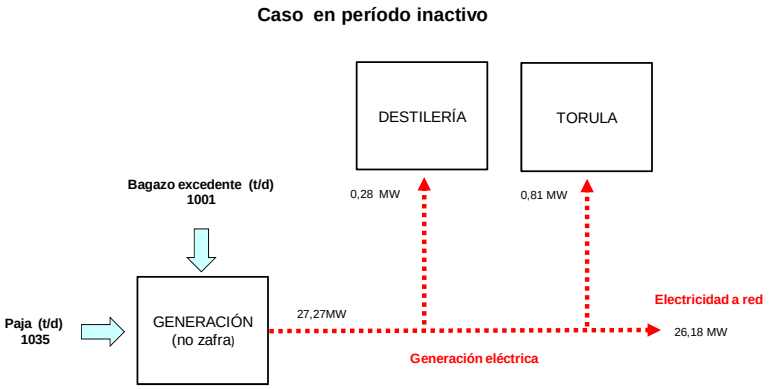


Fig. 2. Diagrama de bloques de la integración ingenio azucarero-destilería-planta de levadura forrajera para el período inactivo

En la Tabla II se muestra la variación de los costos de producción en la destilería y la planta de levadura a partir de la integración energética de estas plantas con el ingenio azucarero.

Tabla II. Costos de producción unitarios de alcohol y levadura forrajera

Planta	Costo de producción antes de la integración (MT)	Costo de producción posterior a la integración (MT)	Costo de producción antes de la integración (CUC)	Costo de producción posterior a la integración (CUC)
Destilería (Hl)	98,81	79,24	24,78	4,11
Levadura forrajera (t)	1411,57	1069,45	1153,22	755,46

Como puede apreciarse los costos en ambas monedas disminuyen en valores apreciables debido a que no es necesario el empleo de combustible fósil para la generación de vapor y electricidad. Esta última además, como proviene del ingenio tiene un costo mucho menor que cuando se compra a la red. Las mayores disminuciones ocurren en la divisa con un 83,41% en la destilería y 34,49 % en la planta de levadura, lo que implicaría en la temporada de zafra un ahorro total de 3065385,00. CUC, donde la destilería representa el 70% del aporte y la levadura el 30%. Este resultado manifiesta la importancia de lograr la integración y coherencia en el funcionamiento entre las diferentes plantas de un complejo agroindustrial donde todas contribuyan a la operación estable y una mayor eficiencia energética en el proceso, corroborando que la caña de azúcar es la única materia prima capaz de aportar el combustible para su procesamiento y brindar, además, un margen adicional de energía para diferentes propósitos.

CONCLUSIONES

En el complejo analizado no solo se logra satisfacer las demandas de vapor y electricidad de todas las plantas involucradas sino que además se entregan a la red nacional 7,3 MW en el período de zafra.
El bagazo excedente obtenido y la paja resultante de la cosecha de la caña equivalen a la generación de 27,27 MW en período inactivo y satisfará la demanda de electricidad de las plantas anexas durante este periodo.
La integración energética ingenio azucarero-destilería-planta de levadura ayuda no solo al cuidado del medio ambiente con el ahorro de combustible fósil sino también a reducir los costos de producción por concepto de consumo de electricidad.

REFERENCIAS

1. Diez, Francisco. y Garrido, Norge. Bagazo de caña de azúcar: ¿energía o etanol carburante? Dos casos de estudio. Revista digital Ecosolar. No 31. Enero – Marzo. 2010.
2. Hurtado, Rafael et al. Software Daflex, Diversificación Azucarera Flexible, CD-ROM.Versión 2.0. Copyright ICIDCA. La Habana. 2000-2004.
3. OIA, Perspectivas para la cogeneración en las industrias del azúcar de caña. MECAS(14)17. Noviembre 2014. pp 37. http://www.isosugar.org

OPTIMIZACIÓN DEL ESQUEMA DE BIOREFINERÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS PRODUCCIONES DE AZÚCAR Y DERIVADOS

OPTIMIZATION OF THE SCHEME OF BIOREFINERY FOR THE INTEGRATION OF THE PRODUCTIONS OF SUGAR AND DERIVED

Clavelo. D. A [1], González. M [2].
Afiliación: IPROYAZ, Villa Clara, Cuba
[1]Email. dennis.clavelo@iproyazvc.azcuba.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la síntesis y optimización de un esquema para la integración de los procesos de azúcar y otros productos derivados, con el propósito de lograr procesos eficientes con costos de operación e inversión mínimos considerando como insumo básico la caña de azúcar. Todo esto condujo al planteamiento de estos procesos en un esquema de biorefinería.

Se realizaron balances de masa y energía en todos los procesos involucrados en el esquema integrado. Se determinó el consumo mínimo de utilidades en cada una de las plantas a través del análisis Pinch.

Y se modelaron las plantas que incluyen el esquema de biorefinería en el software GAMS planteándose como función objetivo la maximización de la ganancia; esto condujo a la obtención del esquema óptimo. A partir del mismo se evaluaron seis escenarios que incluyeron variaciones en los precios, plantas fuera de funcionamiento, escenarios para tiempo de no zafra.

Palabras clave: optimización, biorefinería, integración, síntesis, azúcar.

ABSTRACT

In the present I work came true the synthesis and optimization of a sketch for the integration of the processes of sugar and other by-products, in order to achieve efficient processes with operating costs and investment minimal regarding the sugar cane as basic raw material. All this led to the proposal of these processes in a sketch of biorefinery.

Balances of mass and energy in all the processes implicated in the integrated sketch came true. The minimal consumption of benefits was determined in every one of the plants through the analysis Pinch.

And the plants modeled themselves that GAMS proposing like objective function the maximization of the profit include the sketch of biorefinery in the software; This led to the obtaining of the optimal sketch. From the same evaluated him six stages that variations in the prices, plants out of functioning, stages for time of no included sugar cane harvest.

Key words: optimization**,** biorefinery**,** integration**,** synthesis, sugar.

INTRODUCCIÓN

La industria de la caña de azúcar tiene potencialidades para trabajar de forma integrada a otros procesos y si esta integración se realiza de forma adecuada puede resultar en un complejo productivo con mayor eficiencia técnica, económica y ambiental.

El estudio debe incluir el análisis detallado de los procesos, así como un estudio de sensibilidad para las diferentes producciones atendiendo a los precios de los mismos en el mercado internacional. El análisis debe considerar los siguientes aspectos:

1. Estudiar tecnológicamente los procesos involucrados en el caso de estudio.
2. Identificar las potencialidades materiales y energéticas de intercambio de recursos en los procesos de estudio.
3. Plantear el modelo de optimización para la obtención de la alternativa de integración óptima que incluya la valoración económica.

4. Proponer el esquema óptimo de integración de agua y energía de los procesos individuales como un sitio total.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como primer paso se estudiaron tecnológicamente los procesos involucrados en el caso de estudio para la identificación de las potencialidades materiales y energéticas de intercambio de recursos entre los procesos El-Halwagi (1997). De este análisis se obtuvo que en la producción de azúcar y derivados existen oportunidades de integración entre procesos que se traducen en un problema combinatorio del que se derivan escenarios de funcionamiento bajo un esquema de Biorefinería con incertidumbre tecnológica y económica. (El-Halwagi, 2013), (Furlan, 2012), (Kamm, 2004).

Consideraciones para la síntesis del esquema de Biorefinería a partir de la caña de azúcar.

La industria de la caña de azúcar tiene potencialidades para trabajar de forma integrada a otros procesos favoreciendo la obtención de un complejo productivo con mayor eficiencia técnica, económica y ambiental. Dunn, R y H. Wenzel (2001), Bao, B y A. El-Halwagi (2010)

Como primer paso se realizó un análisis global de los procesos, materias primas y productos con potencialidades de incluirse en un estudio de este tipo, los que se resumen en la tabla que se muestra a continuación. Las E y las S en cada fábrica, significan si el producto entra o sale del proceso respectivamente, y se pueden obtener de los balances de masa y energía.

(*S): Depende de balance de energía en cada planta y se refiere a la necesidad de generación de vapor de la caldera instalada en la planta en cuestión.

Tabla I: Potencialidades de procesos y productos para la integración en un sitio total.

	Procesos, (j)								
Corrientes (i)	Azúcar	Alcohol 1G	Alcohol 2G	Caldera	P. Eléctrica	Torula	Biogás	Papel	Refinería de azúcar
Caña	E	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua	E , S	E	E	E	-	E	-	E, S	-
Bagazo	S	-	E	E	-	-	-	E	-
Azúcar	S	-	-	-	-	-	-	-	E
Miel	S	E	-	-	-	E	-	-	-
Jugo Diluido	S	E	-	-	-	-	-	-	-
CO_2	-	S	-	-	-	-	-	-	-
Alcohol	-	E , S	E , S	-	-	-	-	E, S	-
Vinaza	-	E , S	S	-	-	E	E	-	-
Papel	-	-	-	-	-	-	-	S	-
Papel Reciclad	-	-	-	-	-	-	-	E	-
Vapor	E, S	E, (*S)	E	S	E	E (*S)	-	E (*S)	E (*S)
Electricidad	E	E	-	-	-	E	E	E	E
Torula	-	-	-	-	-	S	-	-	-
Lignina	-	-	S	E	-	-	-	S	-
Furfural	-	-	S	-	-	-	-	-	-
Azúcar Refino	-	-	-	-	-	-	-	-	S

En este esquema la caña de azúcar constituye el insumo básico o sea que es la materia prima principal en este complejo y a partir de su procesamiento se derivan varios productos.

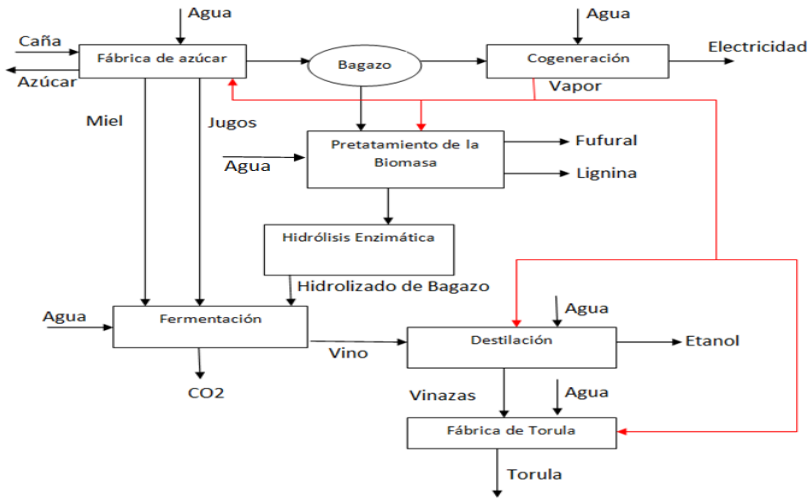


Figura 1. Esquema de Biorefinería a partir de caña de azúcar

Una vez realizados los cálculos para determinar las corrientes de los procesos de fabricación de azúcar y procesos derivados incluidos en la Biorefinería, se procede a realizar la modelación y optimización del esquema seleccionado. Pham y El-Halwagi (2012), (Bao, 2011).

Para la modelación del esquema se utiliza el Software Profesional: General Algebraic Modeling System, (GAMS) versión 23.5, aplicando el Solver CONOPT, especializado en la programación no lineal, con un conjunto de restricciones del problema global de optimización. Este solver fue seleccionado por su eficiencia, rapidez en las respuestas y adecuacidad para el tipo de modelo que se formula en este trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que se han estimado los costos de las inversiones requeridas en las plantas que constituyen el esquema de Biorefinería se procede a evaluar diferentes escenarios de operación.

Tabla II. Escenarios de Biorefinería evaluados

	Escenario 1 Sin incluir la planta de hidrolizado	*Escenario 2 precio del azúcar 500$/t y etanol 72$/HL*	*Escenario 3 precio del azúcar 350$/t y etanol 55$/HL*	*Escenario 4 Precio del etanol 88 $/HL y azúcar 720$/t*	*Escenario 5 precio de la caña 112 $/t*	*Escenario 6 No zafra*
Variables	**Nivel Óptimo 1 (Infactible)**	**Nivel Óptimo 2(Factible)**	**Nivel Óptimo 3(Infactible)**	**Nivel Óptimo 4(Factible)**	**Nivel Óptimo 5 (Factible)**	**Nivel Óptimo 6 (Factible)**
Ingreso por venta $/a	50998000	54980000	18840000	57396000	54980000	93785000
Flujo de azúcar planta de azúcar t/d	113,76	106,08	40,56	106,32	105,6	0
Flujo electricidad planta eléctrica KW-h	64,51	52,23	11,86	52,23	52,23	42,33
Flujo de etanol planta de destilación hL/d	791,04	838,8	297,12	838,8	838,8	1992
Flujo de miel planta de azúcar t/d	72,24	65,28	24,96	65,28	65,28	0
Flujo de jugo mezcla planta de fermentación t/d	4163,76	3198,24	1091,52	3198,24	3198,24	0
Flujo de hidrolizado planta de fermentación t/d		72	72	72	72	72

Electricidad exportada KW-h	0	0	0	0	0	42,41
Flujo de torula planta torula t/d	439,68	442,8	156,7	442,8	442,8	597,6
Flujo de bagazo importado t/d	0	0	0	0	0	700,8
Flujo de miel importada t /d	0	0	0	0	0	240
G $/a	-	3983400	-	6399500	285530	61614,52

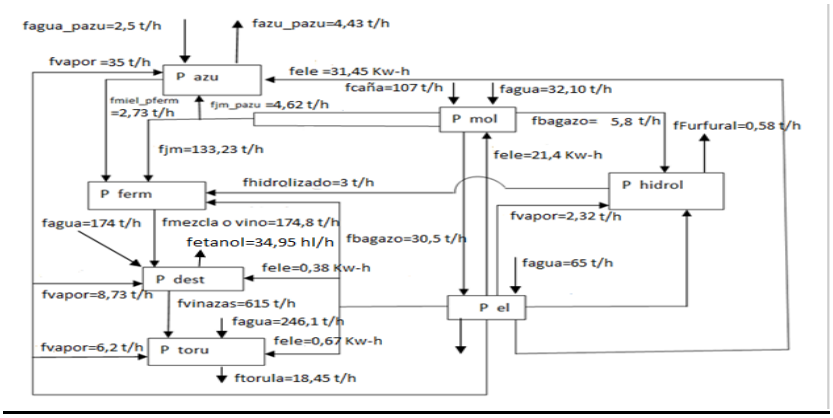


Figura 2: Distribución de corrientes de materiales y energía en el escenario 2.

Por último se realiza una estimación de los indicadores dinámicos de rentabilidad en el escenario dos y cuatro, (Peters, 2003).

Tabla III: Indicadores de rentabilidad en el escenario cuatro.

VAN	**25.102.169,13**	**12.913.830,89**
TIR	**79,35%**	**48,59%**
PRD	**2**	**3**

CONCLUSIONES

1. La evaluación de las potencialidades de integración de procesos en un esquema de Biorefinería permitió arribar a que la síntesis de este esquema debe incluir las plantas de azúcar, torula, hidrolizado de bagazo y etanol.
2. En la síntesis del esquema de Biorefinería las potencialidades de intercambio de recursos identificadas fueron: las mieles, jugos primarios y secundarios, bagazo, hidrolizado de bagazo, vinazas, agua, así como los recursos energéticos de electricidad y vapor.
3. La aplicación de la tecnología Pinch en los procesos evaluados resultó en elevados sobreconsumos de utilidades calientes siendo concentrados en los procesos de azúcar con un valor de 10,8 t/h, seguido por el proceso de destilación para un valor de 5,1 t/h; a su vez el resultado mínimo de consumo de vapor en los procesos en su totalidad de 74,94 t/h, obteniéndose las mayores potencialidades para el ahorro de energía en el proceso de producción de azúcar.
4. La evaluación de seis escenarios de operación del esquema de Biorefinería permitió concluir que el escenario de Biorefinería con mayores ganancias se obtiene cuando se integran todas las plantas y se considera la venta de los productos, azúcar, etanol, furfural y torula la ganancia obtenida en este caso es de 3983400 $/a.

5. Los valores obtenidos para los indicadores dinámicos en el escenario dos reportan un valor del VAN de 12913830,89, TIR de 48,59% para un tiempo de recuperación de la inversión (PRD) de tres años, lo que muestra la factibilidad del esquema de Biorefinería, resultados positivos también se tiene para el escenario cuatro para un valor de VAN de 25102169,13, TIR de 79,35% y PRD de dos años.

Referencias

1. Bao, B y A. El-Halwagi (2010) *Elbashir NO. Simulation, integration, and economic analysis of gas-to-liquid processes. Fuel Process Technol*.

2. Bao, B et al (2011) *A shortcut method for the preliminary synthesis of process-technology pathways: An optimization approach and application for the conceptual design of integrated biorefineries*. En: "Computers & Chemical Engineering", vol. 35, no. 8.

3. Dunn, R y H. Wenzel (2001) *Process integration design methods for water conservation and wastewater reduction in industry, Part 1: Design for single contaminants. Clean Products and Processes***.**

4. El-Halwagi, A, (1997) *Pollution Prevention Through Process Integration: Systematic Design Tools*, Academic Press, San Diego

5. El-Halwagi, A. et al., (2013), "Multiobjective Optimization of Biorefineries with Economic and Safety Objectives" en *AIChE Journal* [En línea] Vol. 59, No. 7 Julio.

6. Furlan, F. et al (2012) *Assessing the production of first and second generation bioethanol from sugarcane through the integration of global optimization and process detailed modeling*. En: "Computers & Chemical Engineering", vol. 43, no. 10.

7. Kamm, B. y M. Kamm, (2004) *Principles of biorefinery. Appl. Microbiol. Biotechnology.*

8. Peters, M. Y K. Timmerhaus, (2003) "Plant Design and economics for Chemical Engineers" En: Graw-Hill, M. (ed.) Fifth Edition ed Professors of Chemical Engineering University of Colorado.

INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INTEGRACIÓN, REDUCIENDO LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

INTENSIFICATION OF SUGAR PRODUCTION THROUGH INTEGRATION, TOOLS REDUCING ENERGY RESOURCES

Rosales .Y
IPROYAZ (Villa Clara), Cuba
Email: yilian.rosales@iproyazvc.azcuba.cu

RESUMEN

En este trabajo se hace un análisis para la integración de los procesos de azúcar, con miras a lograr procesos eficientes con costos de operación e inversión mínimos, considerando como insumo básico la caña de azúcar.

Se realizan balances de masa y energía en el proceso involucrado en el esquema integrado, para conocer los consumos de vapor en los principales equipos tecnológicos, las corrientes materiales demandadas y generadas en el proceso. Se calcula el consumo mínimo de utilidades en la planta a través del análisis Pinch.

Se determina el flujo de agua en el sistema de enfriamiento, teniendo en cuenta dos variantes, condensadores de tipo Pelicular y tipo MECA, obteniéndose de los condensadores peliculares la variante más eficiente y económica. Se proponen las bombas adecuadas para cada caudal, con una disminución significativa en el consumo de electricidad, debido a que se requieren motores de menos potencia, por tanto de menor consumo eléctrico.

Palabras clave: integración, síntesis, azúcar.

ABSTRACT

In this work an analysis is made for the integration of the processes of sugar, with the aim to achieve efficient processes with operating costs and investment minimal, postulate like basic raw material sugar cane.

Balances of mass and energy in the process implicated in the sketch integrated, to know the steam-driven consumptions in the main technological teams, the material currents demanded and generated in the process come true. Pinch calculates the minimal consumption of benefits in the plant through the analysis himself.

The water flow in the cooling system is determined, taking two variants into account, condensers of Pellicular type and MECCA type, getting the most efficient and cost-reducing variant from the pellicular condensers. They propose the bombs made suitable for each flow, with a sensible decrease in the consumption of electricity, because they take motors of less potency, for as much of smaller electric consumption.

Keywords: integration, synthesis, sugar.

INTRODUCCIÓN

La industria de la caña de azúcar tiene potencialidades para trabajar de forma integrada a otros procesos y si esta integración se realiza de forma adecuada puede resultar en un complejo productivo con mayor eficiencia técnica, económica y ambiental.

Con la integración del proceso de fabricación de azúcar se puede lograr un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos que los mismos intercambian, ya que entre ellos existen recursos comunes, como son el agua, la energía, la electricidad, así como productos o corrientes residuales de un proceso, constituyen materias primas de otros.

Independientemente de las potencialidades que esta integración ofrece a primera vista, no puede obviarse que la selección de los productos y las tecnologías para producirlos, se traduce en un problema combinatorio del cual pueden generarse diferentes variantes.

Atendiendo a lo anterior y al hecho de que en la industria de la caña de azúcar se procesa caña y se pueden obtener además de azúcar, múltiples productos; se pueden extrapolar los estudios citados al caso de la industria azucarera. El método se basa en una representación estructural de especies químicas y operadores de conversión que los relacionan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como primer paso se estudiaron tecnológicamente los procesos involucrados en el caso, para la identificación de las potencialidades materiales y energéticas de intercambio de recursos entre los mismos[1].
Un aspecto que distingue este estudio es que para suplir el consumo de vapor del complejo integrado, en primer lugar, se optimiza el esquema en cuanto al consumo de utilidades calientes y en base a ello se dan pautas sobre las características generales que debe tener el esquema de cogeneración para satisfacer los requerimientos de vapor y electricidad[2].
El estudio incluye el análisis detallado del proceso, planteándose como objetivos:

1. Identificar las potencialidades materiales y energéticas de intercambio de recursos entre los procesos.
2. Utilizar herramientas de integración como el análisis pinch para no tener sobre consumos de energía.
3. Determinar mediante cálculos el consumo de agua de enfriamiento del esquema energético.
4. Realizar el análisis del consumo de agua en diferentes condensadores obteniendo la mejor variante.

Consideraciones para la síntesis del esquema integrado a partir de la caña de azúcar.

Un aspecto que distingue este estudio es que para suplir el consumo de vapor del complejo integrado, en primer lugar se optimiza el esquema en cuanto al consumo de utilidades calientes y en base a ello se dan pautas sobre las características generales que debe tener el esquema de cogeneración para satisfacer los requerimientos de vapor y electricidad

Integración por plantas. Aplicación de la integración de procesos en la obtención de azúcar.

Para cada uno de estos esquemas se reflejan las tablas de corrientes frías y calientes considerando, para una capacidad nominal de molida de 2360 Toneladas de caña/día.

Tabla I: Proceso de fabricación de azúcar.

Corrientes	*Clasificación*	*Flujo kg/h*	*Te °C*	*Ts°C*	*kW*	*kW/°C*
Jugo que entra al pre	fría	134257,54	108	111	430,38	143,46
Evaporación pre	fría	42003,43	111	111	25890,44	258904,39
Vapor al vaso 1	caliente	21913,67	111	110	13507,34	13507,34
Jugo al vaso uno	caliente	80722,35	111	108	243,63	81,21
Evaporación vaso 1	fría	22839,6	105	105,1	14354,05	143540,49
Vapor vaso 2	caliente	13669,6	105	104,99	8590,96	859096
Jugo al vaso 2	caliente	57882,76	105	93	656,76	54,73
Evaporación vaso 2	fría	14515,5	93	93,1	9247,58	92475,79
Vapor vaso 3	caliente	14515,5	93	92,99	9247,58	924758
Jugo vaso 3	fría	43367,25	92,99	93,1	4,16	37,83
Evaporación vaso 3	fría	12939,47	80	80,1	8295,64	82956,39

Condensado de los vasos	caliente	12939,42	80	50	451,5	15,05
Calentador 1	fría	157429,4	50	68	3024,9	168,05
Vapor calentador 1	caliente	5158,14	105	98	3241,93	463,13
Calentador 2	fría	157429,4	68	82	2352,7	168,05
Vapor calentador 2	caliente	4011,88	105	82	2521,49	109,63
Calentador 3 y 4	fría	157429,4	82	103	3529,05	168,05
Vapor calentador 3 y 4	caliente	6017,82	111	99	3709,52	309,13
Calentador 5	fría	157429,4	103	108	840,25	168,05
Condensado calentador 1	caliente	5158,14	98	95	18,009	6,003
Condensado calentador 2	caliente	4011,88	96	93	13,98	4,66
Condensado calentador 3 y 4	caliente	6017,82	99	95	27,92	6,98
Condensado calentador 5	caliente	1403,11	99	97	3,26	1,63

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de la tecnología Pinch se obtuvieron los siguientes resultados:
No existen en las curvas de composición una verticalidad entre las corrientes que conforman los perfiles de temperatura caliente y fría, (**Ver figura 1**) por lo que no se está aprovechando adecuadamente el área de transferencia de calor en estos equipos.

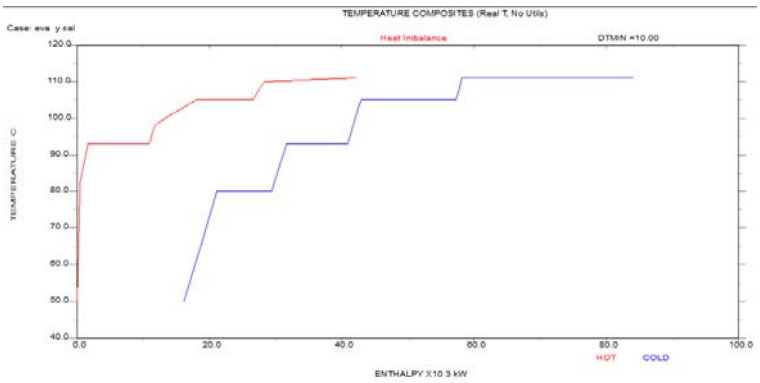


Figura 1: Figura de composición simple del esquema de evaporadores-calentadores.

De acuerdo al análisis Pinch este proceso tiene un requerimiento mínimo de utilidades de 66598,14 kg/h de vapor y de acuerdo al balance de energía realizado en el proceso se tiene un consumo de vapor aproximado de 77405,32 kg/h, o sea en el proceso hay un sobreconsumo de 10807,18 kg/h de vapor. El valor del Pinch se

encuentra a 106°C, lo que también demuestra que se pueden proponer configuraciones para tratar de desplazar este punto hacia un valor más cercano a la temperatura del vapor alimentando a los pres evaporadores.

Integración material:
Se realiza un balance de agua en los condensadores que mantienen el sello de vacío en todo el ingenio, como son los condensadores del múltiple efecto, tachos y filtros de cachaza.
Se hace un primer análisis con los condensadores de tipo MECA que son los equipos tradicionales de los ingenios y posteriormente el mismo análisis se realiza con los de tipo pelicular con el objetivo de determinar el ahorro de energía ya que estos últimos tienen un índice de consumo menor que los primeros.

Metodología utilizada:
1- Determinación del índice de consumo de agua de los condensadores peliculares y condensadores MECA.
Índice de consumo de agua por cantidad a evaporar[3]
Condensadores MECA: 43,8 kg de agua/ kg de vapor
Condensadores Peliculares: 33,49 kg de agua/ kg de vapor [4]

Tabla # II: Agua de inyección en los condensadores.

	m2	*Evaporación Mv Kg/h*	*m^3/h condensador pelicular*	*m^3/h condensadores MECA*
Tacho # 1 (3ra)	242	4840,00	162,11	211,99
Tacho # 2 (2da)	242	7260,00	243,16	317,99
Tacho # 3 (Pie de templa)	242	12100,00	405,27	529,98
Tacho # 4 (1ra)	242	9680,00	324,22	423,98
Tacho # 5 (1ra)	242	9680,00	324,22	423,98
Tacho # 6 (Cristaliza)	102	5100,00	170,82	223,38
Cuádruple	527	19098,71	639,68	836,52
Filtros		1355,17	45,39	59,36
			2314,86	3027,19

Tabla # III: Bombas requeridas para los condensadores MECA. Se necesitan dos bombas para 3027,19 m^3/h.

	Flujo Nominal
Montaje de bomba de inyección JHC 510-455	2271 m^3/h
Montaje de motor	250 kW
Montaje de bomba de inyección JHC 356-406	1363 m^3/h
Montaje de motor	167 kW

Tabla # IV: Bombas requeridas para los condensadores peliculares. Se necesitan una bombas para 2314, 86 m^3/h.

	Flujo Nominal
Montaje de bomba de inyección JHC 510-455	2271 m^3/h
Montaje de motor	250 kW

CONCLUSIONES

1. Las potencialidades identificadas son: Jugos primarios y secundarios, condensados puros e impuros, vapor y electricidad.

2. Se utilizó el software Pinch obteniéndose el sobre consumo de vapor siendo este de 10807, 18 kg/h, siendo el punto Pinch para este esquema de 106 ^{o}C.
3. Se determinó mediante cálculos el consumo de agua de enfriamiento del esquema energético para los condensadores tipo MECA y tipo Peliculares obteniéndose 3027,19 m^3/h y 2314,86 m^3/h respectivamente, siendo los condensadores peliculares más factibles por consumir menos agua.
4. Para el flujo de 3027,19 m^3/h obtenido para los condensadores MECA las bombas seleccionadas son: JHC 510-455 y JHC 356-406 con un consumo total de 417 kW y para el flujo de 2314,86 m^3/h en los Peliculares la bomba seleccionada es JHC 510-455 siendo el consumo total de 250KW.

REFERENCIAS

1. El-Halwagi, A, (1997) *Pollution Prevention Through Process Integration: Systematic Design Tools*, Academic Press, San Diego.

2. Pham, V. y M. El-Halwagi (2011) *A shortcut method for the preliminary synthesis of process-technology pathways: An optimization approach and application for the conceptual design of integrated biorefineries*. En: "Computers & Chemical Engineering", vol. 35, no. 8.

3. Hugot, E ,(1965) Manual de Ingeniería de la Caña de Azúcar I.

4. Escobar.B. Condensador de película de agua (1986)

DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LA EFICIENCIA Y EL ÍNDICE DE GENERACIÓN DE UN GENERADOR DE VAPOR EN UNA FÁBRICA DE AZÚCAR

PRACTICAL DETERMINATION OF THE EFFICIENCY AND GENERATION INDEX FOR A STEAM GENERATOR IN A SUGAR FACTORY

Arias-Polo, G.
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA,
guillermo.arias@nauta.cu

RESUMEN

Las eficiencias en la generación de vapor, en el ciclo de potencia, y en el consumo en el proceso, son los tres objetivos a trabajar para obtener los necesarios excedentes energéticos en una fábrica de azúcar. Este trabajo muestra como calcular fácilmente la eficiencia en la generación de vapor para su mejora. La disponibilidad para implementar sencillos programas por computadoras, permite prácticamente obtener el resultado propuesto.
A partir de fórmulas conocidas y otras deducidas en el trabajo, se obtiene una novedosa fórmula práctica para determinar la eficiencia de un generador de vapor por el método de los coeficientes de pérdidas. Se utilizan datos típicos del bagazo, aunque podría utilizarse el mismo procedimiento para otros parámetros u otro combustible. También se determinó el Índice de Generación que permite calcular el consumo de bagazo, o la producción de vapor.
PALABRAS CLAVE: Eficiencia de un Generador de Vapor, Eficiencia de una caldera de vapor.

ABSTRACT

The efficiencies in the steam generation, in the cycle of power, and in the consumption in the process, are the three targets to work in order to obtain the necessary energy surpluses in a sugar factory. This work shows how to easy calculates the efficiency in the steam generation for its improvement. The readiness for implementing simple programs for computers, allows practically to obtain the propose result.
Starting from well-known formulas and others deduced in the work, a novel practical formula is obtained to determine the efficiency of a steam generator using the method of the coefficients of losses. Typical data are used from bagasse, although the same procedure could be used for other parameters or other fuels. The Index of Generation was also determined that allows to calculate the bagasse consumption, or the steam production.
KEY WORDS: Efficiency of a Steam Generator, Efficiency of a Steam boiler.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la industria azucarera actual es el crear excedentes de potencia eléctrica para vender a la red comercial y con ello mejorar los beneficios económicos de la producción.
La eficiencia en la generación de vapor, en el ciclo de generación de potencia y en el consumo de vapor en el proceso, son los objetivos a trabajar para obtener los necesarios excedentes anteriormente mencionados. El presente trabajo contribuye a determinar en una fábrica de azúcar la eficiencia en la generación de vapor, como punto de partida para actuar en favor de su mejora. La disponibilidad para implementar sencillos programas por computadoras, permite prácticamente obtener el resultado esperado.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Concepto de eficiencia bruta del Generador de Vapor (GV)

(no tiene en cuenta los gastos energéticos de los equipos auxiliares tales como: el gasto del bombeo del agua de alimentar, y los ventiladores). Tomado de (Erojin & Majanko, 1986)

La relación entre la energía del calor útil y la energía del calor disponible recibe el nombre de eficiencia bruta:

$$\eta = \frac{\textbf{Energía útil}}{\textbf{Energía del combustible}} \cdot 100,0 = \frac{B \cdot VCN - \sum_1^n Q_p}{B \cdot VCN^*} \cdot 100 = \frac{G \cdot (h_v - h_{aa})}{B \cdot VCN} \cdot 100 \qquad (1)$$

Dónde:

B = Consumo de bagazo del GV, $[kg/h]$

*VCN = Valor Calórico Inferior o Neto del combustible, $[kJ/kg]$

En muchos países se trabaja con el Valor Calórico Superior VCS en lugar del VCN.

$\sum_1^n Q_p$= Suma de las pérdidas de calor en el GV que son las siguientes:

Q_2 = Pérdida en los gases de escape, $[kJ/h]$

Q_3 = Pérdidas por combustión incompleta por causas químicas, $[kJ/h]$

Q_4 = Pérdida mecánicas por no-quemados $[kJ/h]$

Q_5 = Pérdida de calor por transferencia al medio exterior, $[kJ/h]$

Q_6 = Pérdida de calor sensible en la ceniza al limpiar la parrilla, $[kJ/h]$

Nota: Para $B = 1{,}0\ kg/h$ las expresiones de los calores Q_p se brindarían en $[kJ/kg]$

G = Vapor producido por el GV, $[kJ/h]$

h_v = Entalpía del vapor producido por el GV, $[kJ/h]$

h_{aa}= Entalpía del agua de alimentar al GV, $[kJ/h]$

B. Energía útil por el método de los coeficientes (Hugot, 1986)

La cantidad de calor útil disponible para $B = 1{,}0$ en $[kJ/kg]$ está dada por la expresión:

$$\text{Energía útil} = (VCN - Q_2) \cdot a \cdot b \cdot c \qquad (2)$$

De aquí, la eficiencia total se obtiene sustituyendo (2) en (1)

$$\eta = \frac{(VCN - Q_2) \cdot a \cdot b \cdot c}{VCN} \cdot 100.0\ [\%] \qquad (3)$$

Las pérdidas de Q_3, Q_4 y Q_5 se tomarán en cuenta por medio de coeficientes aplicados a la cantidad total de calor que existen además de Q_2. Se permite despreciar Q_6

a = coeficiente que incluye las pérdidas en los sólidos no quemados.

b = coeficiente que incluye las perdidas debidas a la transferencia al medio exterior.

c = coeficiente que incluye las perdidas debidas a la combustión incompleta.

Dónde:

i. Valores estimados de los coeficientes

a = Pérdidas por sólidos no-quemados. Es del orden de 0,98 para hornos ordinarios. Este valor raramente desciende de 0,97 a menos que existe un tiro demasiado alto que arrastre afuera de la chimenea pedazos de bagazo relativamente grandes. Para hornos Ward, Fines Cair-Babcock estima las pérdidas entre 5,5 (operación normal) y 6,0 % (velocidad forzada), o lo que es igual a que el coeficiente a = 0,94 a 0,945. Para hornos Spreader Stoker, puede ser utilizada una cifra de 2,5 %, esto es 0,975

b = Pérdidas debidas a la radiación y convección. Varía desde 0,97 a 0,995 de acuerdo al aislamiento más o menos eficiente de la caldera. Fines Cair – Babcock estima b = 0,99 (eficiencia normal) y hasta b = 0,995 para una caldera bien aislada.

c = Perdidas debidas a la combustión incompleta**.** Puede variar entre 0,99 a 0,80. Este coeficiente será mejor de acuerdo con:

– Menor humedad del bagazo

- Menor exceso de aire
- Mayor temperatura del horno, (esta condición es consecuencia de las dos precedentes). Este coeficiente baja rápidamente cuando la humedad del bagazo pasa del 50,0 % o cuando la temperatura del horno baja de 900,0 °*C* (1 650,0 º*F*). En un horno moderno fácilmente sobrepasa 0,96. Si la combustión se lleva en buena forma podrá estimarse entre 0,98 y 0,99

Valores fácilmente obtenidos que se pueden adoptar para cualquier cálculo en la Tabla I:

Tabla I. Valores fácilmente obtenidos en un Generador de Vapor

Sólidos no-quemados	a	0,98
Radiación y convección	b	0,98
Combustión incompleta	c	0,98

ii. Valor Calórico Neto VCN del bagazo (Arias-Polo 1, 2017)

Para: W = humedad del bagazo 50,0 %; D = Los sólidos disueltos, principalmente azúcar 1,5 % y A = Cenizas 1,25 %

Se toma en la referencia VCN = 7 610,0 kJ/kg del promedio de la fórmula de varios autores.

Nota. Se puede utilizar el Valor Calórico Neto VCN con otra humedad del bagazo o el VCN de otro combustible, y el resultado variará consecuentemente con la magnitud cambiada.

iii. Fórmula general simplificada de Q_2

Se muestra a continuación un desarrollo del autor de este trabajo en su libro (Arias-Polo 2, 2017) de la ecuación básica publicada por la literatura rusa que aparece en (Rodríguez, A., & et al. 2000) donde, a diferencia de la fórmula de Hugot, se considera restar el calor contenido en el aire a la temperatura ambiente, así como restar las pérdidas por los no-quemados. El resultado es el siguiente:

$$Q_2 = \{[(1-w)(6{,}111 \cdot \alpha + 1{,}183) + 1{,}86 \cdot w] \cdot t_g - (1-w) \cdot 5{,}944 \cdot \alpha \cdot t_{af}\} \cdot (1{,}0 - Q_4) \left[{}^{kJ}/_{kg}\right] \quad (4)$$

Dónde:

w = humedad del bagazo, [1]

$\propto$ = coeficiente de exceso de aire a la salida del horno, [1]

t_g = temperatura de los gases a la salida del Generador de Vapor, [ºC]

t_{af}= temperatura del aire ambiente, [ºC]

Q_4 = no-quemados, $[kJ/kg]$

Para simplificar la fórmula se considerarán los valores más comunes siguientes:

$$w = 0{,}5;\ t_{af} = 30{,}0\ ºC;\ \alpha = 1{,}4\ y\ Q_4 = 0{,}03\ [kJ/kg]$$

Entonces sustituyendo en (3) la ecuación (4) sustituidos los datos anteriores, los valores de la Tabla I, y el valor de VCN para el bagazo se obtiene la expresión práctica de la eficiencia η solo en funciónde la temperatura de los gases de escape t_g que es la varible más determinate en la eficiencia del GV:

$$\eta = \left[\frac{\left[7\,610{,}0 - \left(5{,}625 \cdot t_g - 121{,}1\right)\right] \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98}{7610{,}0}\right] \cdot 100{,}0 = \left(\frac{7276{,}4 - 5{,}3 \cdot t_g}{7610{,}0}\right) \cdot 100{,}0 \quad (5)$$

C. Cálculo del Índice de Generación *IG* del Generador de Vapor. De la ecuación (1) se tiene:

$$\eta = \left[\frac{G \cdot (h_v - h_{aa})}{B \cdot VCN}\right] \cdot 100{,}0$$

Igualando las expresiones (1) y (5) de la Eficiencia se tiene que:

$$\left[\frac{G \cdot (h_v - h_{aa})}{B \cdot 7610{,}0}\right] = \left(\frac{7276{,}4 - 5{,}3 \cdot t_g}{7610{,}0}\right)$$

Despejando el Índice de Generación *IG* se obtiene:

$$IG = \frac{G}{B} = \frac{7276,4 - 5,3 \cdot t_g}{(h_v - h_{aa})} \left[kg\ vapor / kg\ bagazo \right] \quad (6)$$

En esta expresión de *IG* sustituyendo los valores de $(h_v - h_{aa})$ del vapor y del agua de alimentar, se puede calcular la Generación de Vapor *G,* o el consumo de bagazo *B* necesario de acuerdo al dato que se posea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la manipulación de las ecuaciones anteriores se obtiene la expresión práctica para la eficiencia de un Generador de Vapor en la ecuación (5), solo en función de la variable más determinante en la eficiencia de un GV que es la temperatura de los gases de escape a la salida del horno.
También se puede deducir del estudio anterior, la ecuación (6) que es el Índice de Generación *IG* del GV. El *IG* es muy utilizado en los cálculos prácticos para determinar el consumo de bagazo de una caldera o la cantidad de vapor a producir, dadas las propiedades de los parámetros del vapor y del agua de alimentar.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo una novedosa fórmula práctica para determinar la eficiencia bruta η de un Generador de Vapor solo en función de la variable más determinante en la eficiencia de un GV que es la temperatura de los gases de escape a la salida del horno. Se utilizó el Valor Calórico Neto o Inferior del bagazo. Se puede utilizar el Valor Calórico Neto VCN con otra humedad del bagazo o el VCN de otro combustible, y el resultado variará consecuentemente con la magnitud cambiada.
- Se obtuvo también una expresión para el Índice de Generación de un Generador de Vapor muy útil para determinar el consumo del bagazo o la producción de vapor de acuerdo a los parámetros del vapor y del agua de alimentar.

REFERENCIAS

Erojin, V., & Majanko, M. (*Problemas de fundamentos de hidráulica y termotecnia.* Moscú: ditorial MIR. 1986. pp. 177 a 180 sin ISBN

Hugot, E. *HANDBOOK OF CANE SUGAR ENGINEERING.* AMSTERDAM - OXFORD - NEW YORK - TOKYO: ELSEIVER SCIENCE PUBLISHERS B. V., third completly revised edition. (1986) pp. 936 a 939. ISBN 044442438-5 (Vol. 7) ISBN 0444-41897-0 (Series)

Arias-Polo 1, G. (2017). La Fábrica de Azúcar: Fuente de Energía Renovable. Publicado por www.createspace.com en https://www.createspace.com/6933684 pp. 32 y 33. ISBN 978-1543111033

Arias-Polo 2, G. (2017). La Fábrica de Azúcar: Fuente de Energía Renovable. Publicado por www.createspace.com en https://www.createspace.com/6933684 pp. 155 a 161. ISBN 978-1543111033

Rodríguez, A., & et al. Teoría y Práctica de los Procesos de Combustión. Combustibles sólidos. La Habana. Editorial Academia. (2000) p. 230. ISBN 959-02-0298-5

AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA REFINERÍA DE AZÚCAR GEORGE WASHINGTON

ENERGETIC AUDITING AT THE SUGAR REFINERY GEORGE WASHINGTON

Autor: Corzo. Y

Afiliación: IPROYAZ Villa Clara, Cuba.

Email: yarodis.corzo@iproyazvc.azcuba.cu

RESUMEN

En el trabajo se identifica las etapas principales del proceso, y se describen brevemente, mediante un diagrama se presenta la distribución del consumo de vapor, así como una relación de los principales equipos consumidores de vapor, y el consumo eléctrico de los principales motores, se relacionan los principales problemas detectados en la inspección visual, los principales equipos consumidores de agua del proceso principal, mediante la realización de balances de masa y energía se determinan los consumos de vapor de los principales equipos tecnológicos, como el de los tachos, el evaporador triple efecto y los calentadores de licor, lo que permite determinar las perdidas, también se hace un análisis económico, tomando en consideración las perdidas energéticas calculadas.
PALABRAS CLAVE: balance, consumo, energía, pérdidas

ABSTRACT

In the work it is identified the main stages of the process, and they are described shortly, by means of a diagram the distribution of the consumption of vapor is presented, as well as a relationship of the main teams consumers of vapor, and the electric consumption of the main motors, they are related the main problems detected in the visual inspection, the main teams consumers of water of the main process, by means of the realization of balances of mass and energy the consumptions of vapor of the main technological teams are determined, as that of the tachos, the evaporador triple effect and the heaters of liquor, what allows to determine the lost ones, an economic analysis is also made, taking in consideration the lost calculated energetic.
KEY WORDS: Balance, consumption, energy, losse

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial la industria y los demás sectores están enfrascada en una batalla importante, que es la del ahorro energético y el uso racional del agua, condicionado estos por tres factores principales que son, el precio del combustible, la contaminación ambiental y la disponibilidad de agua potable, en el caso particular de nuestro País, la industria azucarera por su significación con respecto a las demás, juega un papel decisivo respecto a este tema, teniendo en cuenta que la tecnología con que se cuenta es bastante obsoleta, se deben realizar trabajos encaminados al ahorro de agua y de energía, una auditoria tecnológica, sería un paso importante para detectar problemas que conllevan a gastos innecesarios de energía y de agua, realizar un plan de medidas encaminado a erradicar estos problemas, Para esto se plantean los siguientes objetivos.

1- Identificar las deficiencias tecnológicas asociadas a la generación, distribución y uso de la energía y la masa (énfasis en el recurso agua).
2- Evaluar el comportamiento del uso de la energía y el agua en una entidad con el propósito de alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

3- Aplicar las herramientas para la integración energética y material.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se identifican las principales etapas involucradas en el proceso de refinación de azúcar de forma general [1], Se describe el proceso tecnológico siguiendo el orden de las etapas mencionadas anteriormente. Se hace un análisis de los principales equipos consumidores de energía eléctrica, mediante las fichas técnicas de los equipos y los datos de chapas, también se realiza una inspección visual para detectar, salideros y fugas de vapor, lo que permite estimar las pérdidas por este concepto, según procedimiento auditoria interna del sistema de gestión de la energía [2], se realiza un estudio de los Informes final de refino del Central Azucarero George Washington[3, 4], donde se obtienen datos, como los relacionados en la tabla I. Mediante la realización de balances de masa y energía se determinan los consumos de vapor de los calentadores, tachos, y evaporadores principalmente, lo que permite estimar las pérdidas energéticas.
Se realiza análisis económico, considerando siguientes los siguientes escenarios.
El periodo de producción es de 6 meses al año.

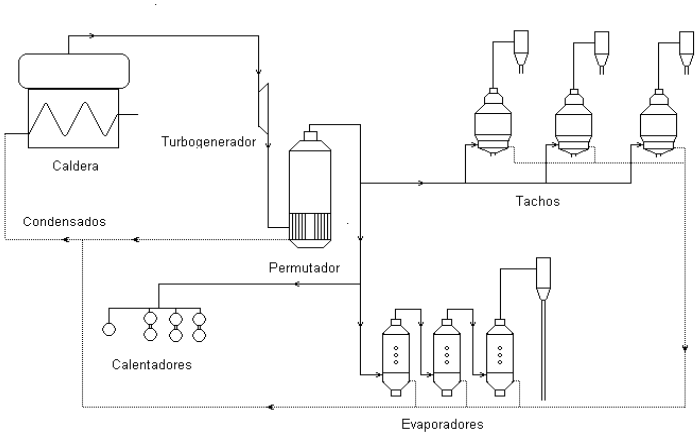
1- Solo se tendrán en cuenta en el análisis económico el consumo de Fuel, y el factor de insumo.
2- Para el cálculo del combustible gastado en un año, se tomará como referencia, el índice de consumo de combustible, cuando la refinería esta en las condiciones adecuadas de eficiencia.
3- La producción diaria de azúcar refino es de 330 T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1- La refinería está diseñada para producir más de 330 T/d de azúcar refino, para esto cuenta con una tecnología de varias décadas de explotación, constituidas por las etapas de: Afinación, disolución, Primer Tratamiento, Clarificación, Segundo Tratamiento (con carbón activado pulverizado), filtración, concentración, cocción, centrifugación, mezcla, secado y envase. En la etapa de filtración del carbón agotado del segundo tratamiento, no existe recuperación de este, por lo que es vertido, junto con considerables volúmenes de agua, por lo que es un problema para el medio ambiente, por esta razón sería factible considerar, un sistema para la recuperación de este residual, ya que el carbón pudiera utilizarse como combustible, y el agua recuperada se recircularía al proceso, disminuyendo considerablemente el índice de consumo de agua, el consumo eléctrico de los principales equipos va desde los 55 a los 160 kW, por lo que es importante que tengan un dimensionamiento adecuado, así como una supervisión técnica sistemática, Los principales consumidores de agua están, en el sinfín pre disolutor, segundo tratamiento y lavado de Filtros, que es imprescindible.

<u>Distribución de consumo de vapor.</u>

1- Distribución del consumo de vapor



Principales equipos consumidores de vapor.

- Calentadores
- Concentrador
- Tachos de refino
- Secador

Fig. 1: Esquema actual de los equipos consumidores de vapor de escape.

2- Residuos y efluentes recuperables.

En la refinación de azúcar uno de los efluentes recuperables más significativos es el carbón agotado del segundo tratamiento, el cual es separado del licor por los filtros, y es retirado de estos por lavado, y se vierte a la zanja y no se recupera, ya que se carece de un sistema para eso, solo se, cuenta con un filtro para la recuperación de agua, pero solo se recupera un pequeño volumen de agua en comparación con la que es vertida.

Auditoria Energética

3- Datos generales

Consumo eléctrico de los principales equipos en operación.

Como se observa en la siguiente tabla el autoabastecimiento fue de un 98 %, por lo que se consumió del sistema electro energético nacional 1585892 kW, incumpliéndose este parámetro, ya que el plan es de un 114 %, por lo que existen ineficiencias que imposibilitan el cumplimiento de dicho indicador.

Tabla I: Indicadores energéticos anual (2014)

GENERACIÓN	kW	9788180
CONSUMO RED	kW	1585892
ENTREGA	kW	1423927
CONSUMO TOTAL	kW	9951867
AUTOABASTECIMIENTO	%	98
GENERACIÓN PICO	kW	1717942
CONSUMO PICO	kW	912900
ENTREGA PICO	kW	162596

Principales problemas detectados en la inspección visual

1- Salideros de vapor.
2- Salideros de agua.
3- Excesivo gasto de agua en la limpieza de las áreas.
4- Alto nivel en la zanja principal.
5- Poco uso del filtro de recuperación de agua.
6- Mala coordinación entre los puntistas y los operadores de planta eléctrica y generación de vapor que provocan disparos de vapor a la atmósfera.
7- Falta de sistema presurizado para el agua de alimentar caldera, que provoca que el agua entre con una temperatura inferior a la recomendada.
8- Sobre diseño de motores y bombas.
9- Perdidas de calor por falta de aislamiento térmico.

Análisis Económico.

Teniendo en cuenta que el generador de vapor produce como promedio 30 T/h de vapor, y el índice de consumo promedio de fuel oíl de los últimos 7 años es de 52,2 gal/Ton de refino.

Fuel consumido en un día=52 gal/Ton de refino*330 T, Fuel consumido en un día=15840 gal, Fuel consumido en un año=2851200 gal =10792,97 m^3

Teniendo en cuenta que las pérdidas de vapor son del 3% del producido en la caldera, el consumo de fuel es de 323,7 m^3

Tomando en consideración los últimos 7 años un precio promedio de Fuel oil de \$75,3/ m^3.

Representando un costo de = \$ 24379 /año

Determinación del consumo de vapor en los principales equipos tecnológico

De los balances de masa y energía se determinan el consumo de vapor de los principales equipos tecnológicos, con estos valores se pueden cuantificar las pérdidas de vapor, ya que la caldera genera aproximadamente 30 T/h de vapor, por lo que se pierde el 3 %,

como se muestran en la siguiente gráfica, que sería 0.9 T/h de vapor.

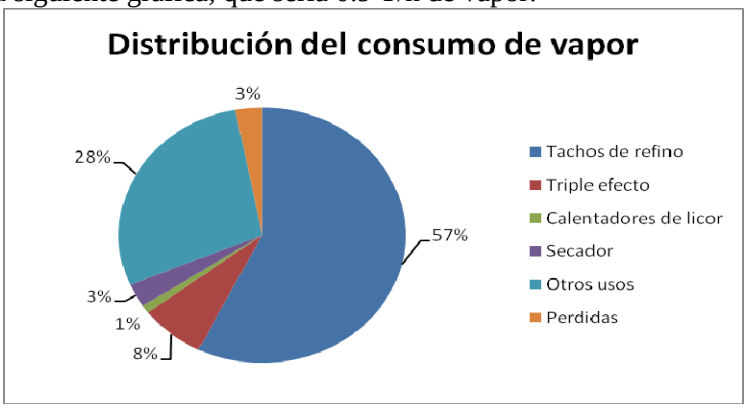


Fig. 2: Distribución del consumo de vapor por equipos.

CONCLUSIONES

1. Se detectaron deficiencias como: Salideros de vapor, malas operaciones, deficiente aislamiento térmico, motores sobredimensionados.
2. Vertimiento de considerables volúmenes de agua y carbón agotado del segundo tratamiento, principalmente cuando no se opera con el filtro recuperador de agua.
3. Los principales equipos consumidores de vapor son los tachos, al consumir 17,2 T/h de vapor, seguido del evaporador triple efecto con 2,2 T/h de vapor, el secador con 0,9 T/h y los calentadores con 0,3 T/h de vapor sucesivamente.
4. Los costos por concepto de pérdidas de vapor son de = $ 24379 /año

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un plan de acción para solucionar los problemas de salideros y aislamiento térmico, comenzando por los más importantes.
2. Capacitar y evaluar a los operadores, de forma que sepan operar los a quipos, siguiendo los procedimientos de trabajos establecidos para cada área.
3. Exigir que se trabaje de forma correcta con el filtro recuperador de agua de la planta de filtración el mayor tiempo posible.
4. Coordinar bien el trabajo entre los puntistas, operadores de planta eléctrica y planta degeneración de vapor, para evitar pérdidas de vapor por escape a la atmósfera.
5. Cambiar los equipos sobredimensionados por aquellos que sus valores nominales cumplan con las exigencias del proceso, para evitar consumo innecesario de electricidad
6. Exigir que no se derroche agua en las limpiezas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Peter R. Ingeniería de la Caña de Azúcar. (2012) Berlín, Alemania.
2. NC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso. 2011.
3. Informe final de refino. Central Azucarero George Washington. 2008
4. Informe final de refino. Central Azucarero George Washington. 2014.

ANÁLISIS TERMODINÁMICO PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA BIG-GTCC EN EL SECTOR SUCROALCOLEIRO BRASILEÑO

THERMODINAMIC ANALYSIS FOR THE ESTABLISHMENT OF A BIG-GTCC SYSTEM IN THE SUGAR-ALCOHOL SECTOR IN BRAZIL

Loureiro, J.[1] ; Silva, E[1]; Martinez, A[1] ; Escobar, J[1]; Almazán, O.[2]
[1] NEST, Federal University of Itajubá, Brasil
[2] Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA
jedacosta83@gmail.com; **silva.electo52@gmail.com; jocescobar@gmail.com; ammr451111@yahoo.es; oscar.almazan.2017@gmail.com**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo central comparar plantas con instalaciones modernas de cogeneración (con producción de vapor de elevados parámetros, plantas moledoras electrificadas, y bajos niveles de consumo de vapor para proceso) y BIG-GTCC, con gasificadores de lecho arrastrado (entrained flow), mediante un análisis que permita obtener indicadores de desempeño, basados en la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica, para diferentes estudios de caso. Se consideran destilerías sucroalcoholeras autónomas, con o sin plantas de BIG-GTCC. A partir de los balances de energía y masa, con la adición de datos de trabajos experimentales, y la simulación - empleando el software Gatecycle 6.1.2 - se determinó el excedente de electricidad, la eficiencia global y la eficiencia exergética. Los resultados muestran que los índices de desempeño adoptados para el análisis son muy próximos entre sí. La mayor confiabilidad de los sistemas de cogeneración modernos, tanto desde el punto de vista constructivo como operacional, los hacen más adecuados para maximizar los excedentes de electricidad en el Sector.
Palabras clave: bagazo de caña, lecho arrastrado, pirólisis, torrefacción, gasificación.

ABSTRACT

The present work aims to compare cogeneration modern installations (with high steam parameters, electrified mills and low steam consumption in processes) and BIG-GTCC plants, with entrained flow gasifiers and using of torrefaction as pre-treatment, through a thermodynamic analysis, to obtain performance indicators based on the First and Second Laws of the thermodynamics in different cases of studies, involving autonomous ethanol distilleries, with and without BIG-GTCC plants, and using energy and mass balances, with the adoption of experimental work data and simulation in the Gatecycle 6.1.2 software, determining the surplus electricity, the overall efficiency and exegetic efficiency for all cases of study. The results show that the adopted performance indexes for the thermodynamic analysis were very close to each other. The greater reliability from the constructive and operational points of view of modern cogeneration systems makes them the most suitable to maximize the production of surplus electricity in the sector.
Keywords: sugarcane bagasse, entrained flow, pyrolysis, roasting, gasification.

1. INTRODUCCIÓN

Para los próximos años, las tendencias de la industria azucarera de Brasil indican que la cosecha de la caña de azúcar será totalmente mecanizada y que la productividad por hectárea aumentará. Por otro lado, la búsqueda de la diversificación de la matriz energética brasileña con fuentes renovables es un importante incentivo para que el bagazo y la paja disponibles en ese sector sean aprovechados en su totalidad y con la mayor eficiencia posible, maximizando el excedente de electricidad disponible para comercialización por parte de las usinas.

Una de las alternativas a valorar consiste en utilizar plantas modernas de cogeneración con la producción de vapor de elevados parámetros (presiones alrededor de 100 bar y temperaturas en torno de 500 °C) y utilización de molinos electrificados y turbinas de vapor de condensación y extracción.. En Brasil, ya hay algunas de ese tipo y - asociado a ellas - destilerías con procesos productivos optimizados (con bajo consumo de vapor para proceso).

Otras opciones alternativas a las plantas modernas de cogeneración son las plantas BIG-GTCC (del inglés *Biomass Integrated Gasification with Gas Turbine Combined Cycle*) con gasificadores de lecho arrastrado. Estos gasificadores, sin embargo, exigen un proceso de pre-tratamiento de la biomasa para adecuarla a las condiciones de baja humedad y granulometría y así viabilizar la intensificación de la transferencia de calor y masa en esos equipos [1]. Actualmente, no existe ninguna planta de ese tipo [2].

2. CONDICIONES ADOPTADAS Y SIMULACIONES

Como no se conoce si la planta BIG-GTCC consigue suplir la demanda de vapor y electricidad del proceso, se proponen dos estudios de caso:

- Caso COG-AUT: destilería autónoma con abastecimiento de electricidad y vapor, utilizando una planta moderna de cogeneración;
- Caso TOR-AUT: destilería autónoma con abastecimiento de electricidad y vapor, utilizando una planta BIG-GTCC y una planta moderna de cogeneración.

En ambos los casos, un 10% del bagazo disponible es almacenado [3] y también se considera que toda la paja es alimentada exclusivamente a la planta de cogeneración, lo que obedece al elevado contenido de cenizas de la paja, hecho que dificulta su aprovechamiento en la torrefacción y gasificación.

Del bagazo restante, para el caso TOR-AUT, se considera que la mitad del mismo se alimenta al BIG-GTCC y la otra mitad a la planta moderna de cogeneración. Para la gasificación del bagazo en lecho arrastrado, el mismo es sometido a un proceso de torrefacción. El balance másico de este proceso se muestra en la Figura 1:

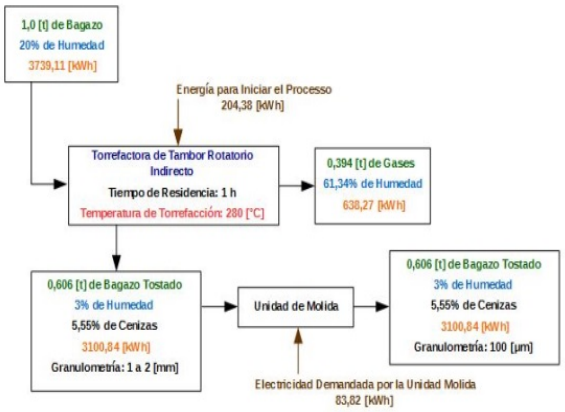


Figura 1: Balance másico de la torrefacción [4].

Antes de ser torrefactado, el bagazo debe secarse hasta una humedad final de 20% [5], empleado los gases de escape de la caldera de cogeneración.

Para comparar ambas tecnologías, se fijaron los siguientes indicadores:

- Excedente de Electricidad por Caña Molida, ζ, kWh/tc
- Eficiencia Global de la Planta, η_{planta}, %
- Eficiencia del Aprovechamiento de la Caña, $\eta_{caña}$, %
- Eficiencia Exergética, %

Para la determinación de esos indicadores, en los dos casos propuestos, se hicieron balances de masa y energía por tonelada de caña procesada. La planta de cogeneración y la parte de la planta BIG-GTCC a partir de la obtención del gas pobre, son simuladas con el software Gatecycle 6.1.2, de donde se obtiene el valor de la electricidad excedente producida en cada caso. Las Figuras 2 y 3 muestran el perfil de las plantas simuladas, con los puntos utilizados en el análisis exergético:

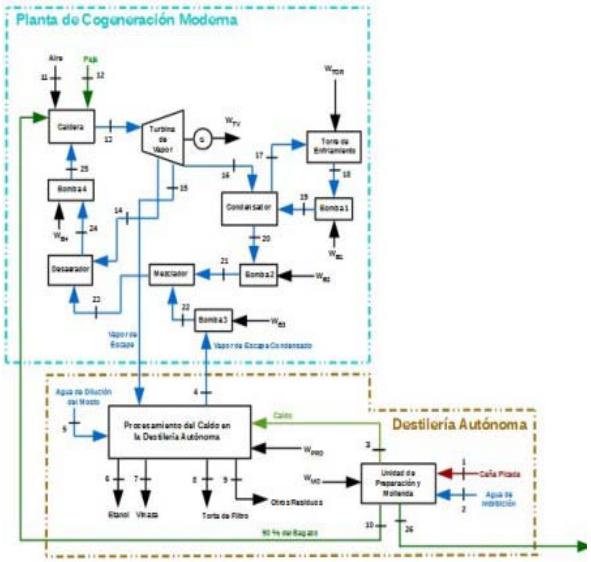


Figura 2: Planta del caso COG-AUT

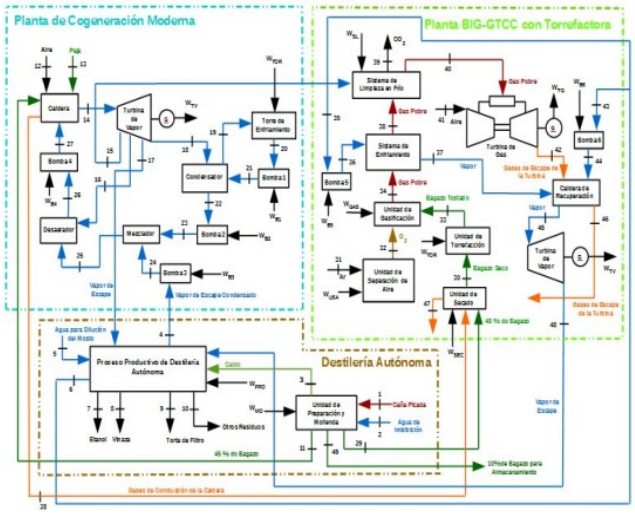


Figura 3: Planta del caso TOR-AUT.

Para la destilería autónoma de ambos casos se considera el balance másico de la Figura 4

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como resultado inmediato de las simulaciones con el software Gatecycle 6.1.2, se obtienen las electricidades excedentes en cada estudio de caso propuesto, expuestas en la Tabla 1:

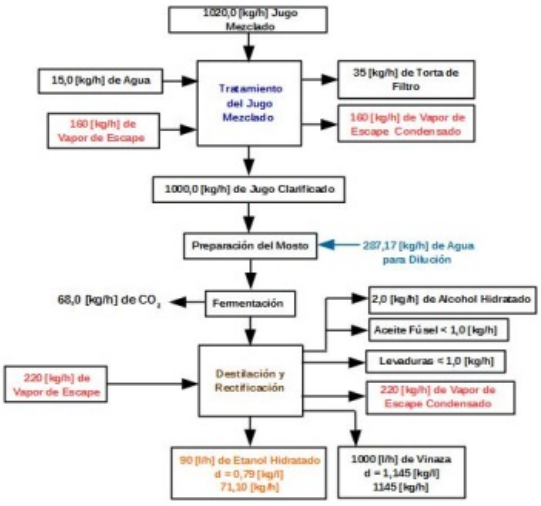


Figura 4: Esquema productivo de la destilería autónoma para ambos casos

Tabla 1: Electricidad excedente de los estudios de caso.

Caso	Electricidad Excedente [MW]
COG-AUT	223,5
TOR-AUT	233,7

Las Figuras 5 y 6 muestran los diagramas Sankey correspondientes a los estudios de caso:

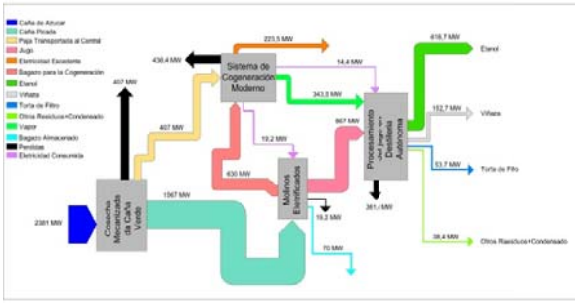


Figura 5: Diagrama de Sankey. Caso COG-AUT

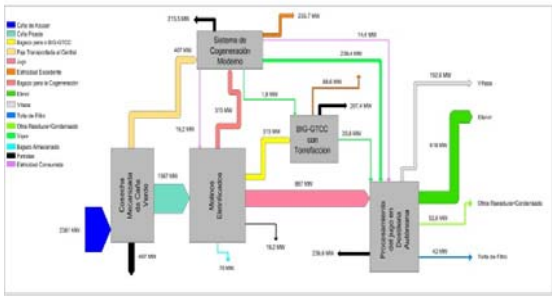


Figura 6: Diagrama de Sankey. Caso TOR-AUT

Los valores de los indicadores basados en la Primera Ley de la Termodinámica son mostrados en la Tabla 2:

Tabla 2: Indicadores obtenidos en los estudios de caso.

Caso	$\eta_{planta\ (\%)}$	$\eta_{caña}$ (%)	ζ [kWh/t_c]
COG-AUT	42,67	35,37	186,32
TOR-AUT	43,18	35,86	194,75

Con las propiedades termodinámicas y mediante el concepto de insumo y producto, se hizo el análisis exergético, basado en las Figuras 2 y 3. Las distribuciones de las exergías destruidas para los casos COG-AUT e TOR-AUT se presentan en las Figuras 6 y 7:

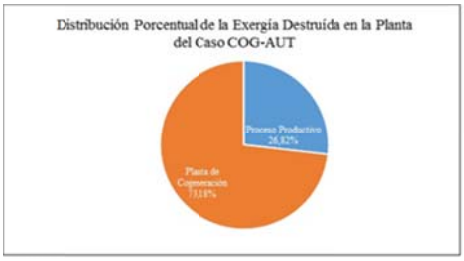


Figura 6: Exergía destruida. Caso COG-AUT.

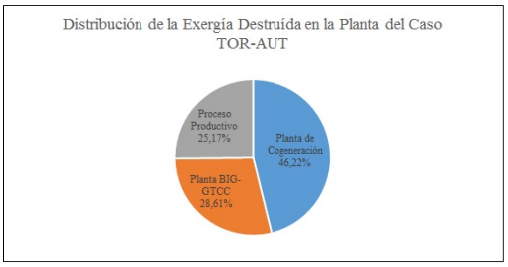


Figura 7: Exergía destruida. Caso TOR-AUT.

Las eficiencias exergéticas obtenidas para los casos COG-AUT e TOR-AUT son 36,96% y 35,66%, respectivamente, En ambos casos, la electricidad representa alrededor de 25% de la exergía de los productos, mientras el etanol contribuye con un 70 %. Considerando solamente el aprovechamiento de la paja y el bagazo, la destrucción de exergia en los equipos, en cada caso, se refleja en las Figuras 8 y 9:

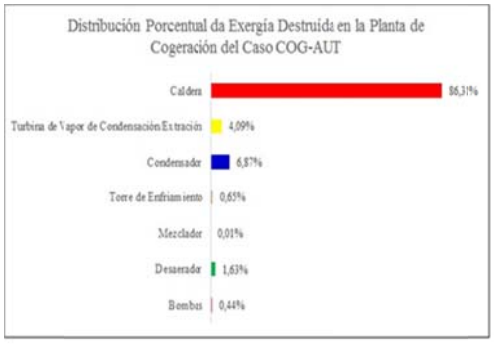


Figura 8: Exergías destruidas en los equipos. Caso COG-AUT.

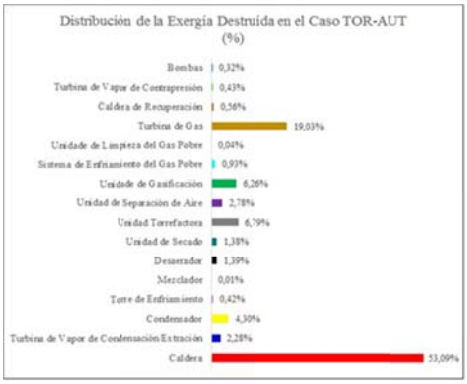


Figura 9: Exergías destruidas en los equipos. Caso TOR-AUT.

4. CONCLUSIONES

Se observa que la electricidad excedente producida en el caso TOR-AUT es algo superior a la del caso COG-AUT y que la eficiencia global y de la caña, de las dos plantas, son semejantes en cada caso y las exergéticas también poseen valores similares. Esto indica que el aumento de la utilización de la planta de cogeneración moderna da buenos resultados – como era de esperar – no siendo tan evidente las ventajas de la utilización de la planta BIG-GTCC. Teniendo en cuenta que el PCI de la biomasa torrefactada es menor que el del gas natural convencional, la eficiencia del BIG- GTCC es menor que la de un ciclo combinado convencional.

Además, verificando la distribución de la exergía destruida en el aprovechamiento de la paja y del bagazo, se observa que posibles acciones para mejorar el caso COG-AUT se concentran en proponer mejorar la caldera, lo cual tiene menos posibilidades; mientras para el caso TOR-AUT esas mejoras son menos focalizadas, por el hecho de la distribución da la exergía destruida está menos concentrada en la caldera, distribuyéndose entre otros equipos.

Considerando la proximidad de los indicadores y medidas de acción para posibles mejoras de la planta como un todo, se concluye que las plantas modernas de cogeneración son las más viables para la maximización de electricidad en el sector azucarero, desde el punto de vista termodinámico.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Consejo Nacional de Pesquisas Científicas (CNPq), a la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES) y a la Fundación de Apoyo y Pesquisas de Minas Gerais (FAPEMIG), de Brasil, por el financiamiento de los trabajos de investigación cuyos resultados se reportan en este artículo

5. REFERENCIAS

[1] Van der Drift,, A.; Boerrigter, H.; Coda, B. Entreined flow gasification of biomass. ECN-Energy Centre of The Netherlands. Petten. The Netherlands. 2010.

[2] Strandberg, M.. From torrefaction to gasification. Pilot scale studies for upgrading of biomass. [s.l.] Doctoral Thesis. Umea University. Umea. Sweden. 2015

[3] HASSUANI, S. J.; LEAL, M. R. L. V.; MACEDO, I. DE C. Biomass power generation - Sugar cane bagasse and trash. Piracicaba, SP, Brasil: PNUD - CTC, 2005.

[4] Pach, M.; Zanzi, R.; Bjornbom, E. Torrefied Biomas, a Substitute for Wood and Charcoal. 6th Asia-Pacific International Symposium on combustion an Energy Utilization. Kuala Lumpur. Malasia.2002.

[5] Bergman, P.C.A. Combined Torrefaction and Pelletisation. Eindhoven, The Netherlands. Energy Reseach Centre of The Netherlands. 2005.

ALMACENAMIENTO DE ENERGIA A PARTIR DE LA PRODUCCION DE BIOGAS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA ALCOHOLERA

ENERGY STORAGE FROM BIOGAS AT THE SUGAR AND ALCOHOL INDUSTRIES

Valdés A.

Centro de Gestión de la Información y Documentación de la Energía
avaldes@cubaenergia.cu

RESUMEN

La posibilidad de almacenar combustible para la producción de energía eléctrica permitiría realizar su empleo en los momentos de su mayor demanda, la producción y su almacenamiento a partir del uso de diferentes energías renovables se puede alcanzar mediante instalaciones individuales o conformando sistemas híbridos.

La agroindustria azucarera alcoholera posibilita la producción de un combustible gaseoso a partir de sus residuales que puede ser almacenado: el biogás. El almacenamiento del biogás propicia la disponibilidad de un combustible que puede ser utilizado para generar electricidad en los horarios de su máxima demanda en el día sustituyendo combustible fósil en las plantas termoeléctricas o en grupos electrógenos.

PALABRAS CLAVE: almacenamiento, energía, biogás, cachaza, vinazas

ABSTRACT

The possibility to storage fuel to produce electric energy can allow its use at the moments of its highest demand, the production and storage from different renewable sources can be achieved by individual or hybrid installations. A gaseous fuel can be obtained from the sugar-alcohol industry residuals: the biogas.

The storage of biogas can allow the possibility of having a fuel that can be used to generate electric energy al the daily hours of higher requirement of this energy substituting fossil fuel at the steam or diesel power plants.

KEY WORDS: storage, energy, biogas, filter mud, vinasse

INTRODUCCIÓN

La producción de azúcar origina un residuo semi-liquido: la cachaza y la producción de alcohol origina un residual líquido: los mostos o vinazas contando ambos con una cantidad de materia orgánica tal que puede propiciar la producción de biogás. Este podría ser almacenado para la posterior producción de energía eléctrica solo en las horas de mayor demanda de energía -en el pico eléctrico-

El almacenamiento de toda la producción diaria del biogás y su utilización en la generación de energía eléctrica en el horario de 06:00 a 10:00 PM puede propiciar importantes ahorros de combustible al no tener necesidad de que para mantener el servicio, se empleen turbogeneradores de baja eficiencia, altos

consumidores de combustible, además permitiría una Generación Distribuida de Energía Eléctrica a lo largo del país

MATERIALES Y MÉTODOS

La agroindustria azucarera-alcoholera como se ha señalado origina productos residuales con un contenido tal de materia orgánica que posibilita la producción de biogás mediante su tratamiento anaeróbico; en Cuba existen fábricas de azúcar, distribuidas a todo lo largo del país, donde se obtiene la cachaza, de la cual se obtendrían alrededor de 1 600 000 t en una zafra que produzca 4 000 000 t de azúcar.

La cachaza bajo un tratamiento anaeróbico puede producir alrededor de 100 m^3 de biogás por cada tonelada. (1) (2) en el caso de las vinazas en una producción de 1000 hectolitro de alcohol se producirían unas 14 000 a 16 000 hectolitros de vinazas e igualmente bajo un tratamiento anaeróbico a las vinazas se podría producir de cada metro cubico alrededor de 20 a 30 m^3 de biogás. (3)(4)

Una cualidad importante de las vinazas es su contenido de potasio lo que propicia suprimir su importación como fertilizante, es de señalar que se indica (4) que el potasio se conserva durante el proceso anaeróbico para la producción de biogás o sea que estaría disponible para su uso como fertilizante pudiendo ser aplicado al igual que se utilizaría sino se produjese el biogás.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando en consideración la producción de 4 millones de toneladas de azúcar y una cantidad de alcohol a partir de las cantidades de mieles finales destinadas a esa producción inducirían la obtención de cachaza y vinazas.

Tabla 1 Producción de azúcar, cachaza, mieles finales y alcohol.

Azúcar producida (t/z) ($x10^3$)	Caña Molida $x10^3$(t/z)	Cachaza producida (t/día zafra)	Miel final producida (t/z)	Alcohol potencial a producir (t/año)
4 000	40 000	10 668	1 600 000	372 000

- destinando toda la Miel Final para la producción de alcohol y 150 días de zafra

En lo que respecta a la producción de biogás a partir de la cachaza, (5) (6) (7), indican la posibilidad de producir entre 40 m^3/t a partir de una mezcla de las aguas residuales y cachaza con el objetivo de alcanzar valores de mas de 9 000 mg/l de DQO y como se ha referido de 100-150 m^3/t a partir de cachaza solamente.

Tabla 2 Producción cachaza, biogás y energía eléctrica

Azúcar producida	Caña molida(t/z)	Cachaza producida	Biogás producido	Energia eléctrica generada (kWhr/día)

(t/z) (x10^3)	(x10^3)	(t/día)	(m^3/día)*	Base I	Base II
4 000	40 000	10 668	1 066 800	1 600 200	2 133 600

- Considerando una producción de 100 m^3 biogás/ton cachaza
- Base I considerando una producción de energía eléctrica de 1.5 kWh por cada m^3 de biogás
- Base II considerando una producción de energía eléctrica de 2.0 kWh por cada m^3 de biogás

O sea que se podría obtener entre 1 600 200 y 2 133 600 kWhr de energía eléctrica durante cada uno de los 150 días de zafra en el año. Si esta producción de energía se realizase de 6:00 a 10:00 PM a razón de 400 170 o de 533 400 kilowatt-hora equivaldría a una potencia instalada de unos 400 MW o de unos 530 MW que entraría en servicio en el horario de mayor demanda de esta energía. Ello significaría a partir de un consumo de fuel-oil de 270 g/kh generado se podría alcanzar un ahorro de 64 800 toneladas de fuel oil o de 86 400 toneladas en el año durante los 150 días de zafra.

En una producción de cuatro millones de toneladas de azúcar se produciría alrededor de 1 600 000 ton de miel final, en lo que respecta a la capacidad instalada para la producción de alcohol del país en 12 destilerías es de 610 m^3 día. Con una operación anual de las destilerías de 300 días se podrían producir unos 1 830 000 hl/*a de* alcohol que consumiría unas 629 520 toneladas de miel final o sea el 39 % de su producción. En lo que respecta a los mostos o vinazas, se señala que producen 14-16 m^3 de mostos o vinazas por cada metro cubico de alcohol, lo que significarían unos 2 196 000 m^3 de productos residuales a su máxima producción. Tomando en consideración un valor promedio de producción de biogás de 25 m^3 por m^3 de mostos se podrían producir anualmente, unos 54 900 000 m^3 de biogás.

Tabla 3.- Producción alcohol, vinazas, biogás y energía eléctrica.

CASOS	Alcohol (t/año)x10^3	Miel final (t/año)x10^3	Vinazas (m^3/año)x10^3	Biogás (m^3/año) x10^3	Energia eléctrica generada (MW-hr/año) x10^3	
					Base I	Base II
I	372.0	1 600.0	5 580	139 500	209.0	279.0
II	146.4	629.5	2 196	54 900	82.4	109.8

CASO I Considerando que toda la miel final se utilice en la producción de alcohol a razón de un consumo de 4.3 ton miel final por cada tonelada de alcohol producido.
CASO II Considerando que se produce una cantidad de alcohol correspondiente a la capacidad instalada en las 12 destilerías existentes operando 300 días/año.

O sea que se podría obtener a partir de la capacidad instalada en las destilerías existentes operando 300 días/año alrededor de 54 900 000 m^3 de biogás, o sea 183 000 m^3/día correspondiendo a 45 750 m^3 en las 4 horas de máxima demanda que produciría 68 625 o de 91 500 kWh. Ello significaría un ahorro de 22 248 o de 29 664 toneladas de fuel oil durante los 300 días de operación.
Considerando la etapa de zafra combinada con una producción de alcohol durante los 150 días de zafra se podría disponer de una potencia en el horario de máxima demanda de 468 o de 621 MW lo que sustituiría la

energía eléctrica generada en las plantas termoeléctricas. En los otros 150 días se dispondría de 68.6 o de 91.5 MW de potencia a partir del biogás producido de las vinazas.

Tabla 4.- Resumen de las cantidades de energía eléctrica disponibles y de los ahorros de fuel oil para las combinaciones estudiadas.

Fuente	Biogás m^3 /año(10^3)	Energia eléctrica disponible (MW)		Ahorro fuel oil (t/año)	
		Base I	Base II	Base I	Base II
Cachaza	160 020.0	468.0	621.0	64 800	86 400
Vinazas *	54 900.0	68.6	91.5	22 248	29 664
Total	214 920.0	536.6	712.5	87 048	116 064

* se corresponde con la producción de alcohol en base a la capacidad actualmente instalada

CONCLUSIONES

La agroindustria azucarera alcoholera posibilita la producción de un combustible que puede ser almacenado y utilizado para generar electricidad en los horarios de su máxima demanda en el día sustituyendo combustible fósil en las plantas termoeléctricas o en grupos electrógenos.

Considerando la etapa de zafra combinada con una producción de alcohol durante los 150 días de zafra se podría disponer de una potencia diariamente entre 536.6 y 712.5 MW a ser utilizada durante las horas de máxima demanda sustituyendo energía eléctrica generada en las plantas termoeléctricas o en los sistemas electrógenos. Se produciría un ahorro total de 87 048 o 116 064 toneladas de fuel oil por año, se reducirían las emisiones de gases de efecto invernadero y se propiciaría una generación distribuida de energía eléctrica a lo largo del país.

REFERENCIAS

1.- Kumar S.(1996) Biogas from cane mud A case study . Bioenergy News Dec. Vol. 1 No 2 p16
2.- Jain S. P. (2002) Bioenergy from sugar factory press mud Bioenergy News Sep. Vol. 6 No 3 p16
3.- Ministerio del Azúcar (1995) "Tratamiento de productos residuales en fábricas productoras de alcohol a partir de mieles finales y la producción de biogás". Informe MINAZ.
4.- Byron J. (2013) Biogas production from vinases an alternative to develop biofuels. (Case Study: Mag-Alcoholes, S.A. Distillery) Proc. ISSCT, Vol. 28, 2013
5.- González H. (1986) Planta tratamiento de residuales azucareros con producción de biogás. Informe ICINAZ
6 - Byron J. (2013) Ibid.
7.- Jain S. P. (2002) Ibid.

PELLETIZADO DE RESIDUO AGRÍCOLA DE COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR EN ARGENTINA

PELLETING AGRICULTURAL HARVEST WASTE FROM SUGAR CANE IN ARGENTINA

Ing. Guillermo M.Pulido[1], Ing. Martín Rearte[1], Téc. Marcos G.Risso[1], Ing. Sado Abdelhamid[1]

1-Instituto Nacional de Tecnología Industrial, UT Valorización de Recursos Biomásicos, INTI Tucumán
guimar@inti.gob.ar, mrearte@inti.gob.ar, bioenergia@inti.gob.ar

RESUMEN

La caña de azúcar es una actividad industrial muy importante en Argentina con 365.000 has que producen aproximadamente 20.000.000 tn/año generando ingresos por $8.000 millones/año. A pesar de su gran impacto económico, los residuos que genera al no ser tratados conllevan un problema ambiental igualmente importante. Este trabajo se enfoca en los residuos agrícolas de cosecha (RAC) que presentan un alto potencial energético desaprovechado por la dificultad de su recolección y escasa demanda. El RAC factible de valorizar es el remanente en campo sujeto incendios o a la descomposición natural. Este trabajo plantea el desarrollo de un nuevo biocombustible sólido como una alternativa rentable de aprovechamiento de este recurso, para lo cual se llevó a cabo el primer ensayo a escala industrial en Argentina de conformado de *pellets* de RAC en máquinas disponibles en el mercado para recopilar datos técnico necesarios para el diseño de modelos de negocios de aprovechamiento.

Tag: RAC, Biomasa, Pellets, Bioenergía, agroindustria, energías renovables.

ABSTRACT

Sugar cane is a very important industrial activity in Argentina with 365,000 ha producing approximately 20,000,000 tons / year generating revenues of $ 8,000 million / year. Despite its great economic impact, the waste generated by not being treated entails an equally important environmental problem. This work focuses on agricultural crop residues (RAC) that present a high-energy potential that not take advantage of due to the difficulty of harvesting and low demand. The RAC feasible to valorize is the remnant in the field subject to fires or to natural decomposition. This work proposes the development of a new solid biofuel as a profitable alternative to take advantage of this resource, for which the first industrial scale trial in Argentina of RAC pellet forming was carried out in machines available in the market to collect data Technical skills needed for the design of business models of exploitation.

Tag: RAC, biomass, pellets, bioenergy, agrowaste, renewable energies.

INTRODUCCION

El INTI trabaja en el desarrollo y transferencia de tecnología en busca del desarrollo industrial en todo el país, este trabajo está enmarcado en las actividades de investigación y desarrollo desde su grupo dedicado a la Valorización de Recursos Biomásicos en Tucumán. En este caso el RAC se propone como una oportunidad de implementación de tecnología pre-existente pero desarrollada para la industria alimenticia lo que a priori da a suponer que serán necesarias modificaciones y adaptaciones para lograr un producto acorde a los estándares de mercado en cuanto a biocombustibles, no obstante se espera que dichas modificaciones no sean significativas para la maquinaria ya existente.

Como referencia inicial el RAC de caña actualmente se recolecta con dos tipos de máquinas, una denominada *megaenfardadora* y otra *rotoenfardadora*[1] las cuales ya han sido sujetas a estudios comparativos para dilucidar sus costes y rendimientos. Este trabajo está enfocado al proceso de transformación industrial pero la recolección en sí misma es un campo de desarrollo mecánico aún con mucho potencial.

[1] Ejemplo de un trabajo de evaluación comparativo entre una megaenfardadora y una megaenfardadora estándar en http://www.agritotal.com/nota/6023/ por Ing. Agr. Ezequiel Pezzoni (Agritotal)

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó adelante con la articulación de Productores Cañeros, un Municipio de la Provincia de Tucumán, una empresa fabricante de máquinas Pelletizadoras y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial a través del Centro INTI Tucumán-UT Valorización de Recursos Biomásicos.

La metodología propuesta para encontrar las variables físicas del proceso de pelletizado para esta biomasa no convencional se separó en varias etapas: 1) Recolección y transporte, 2) Recepción Rollos y Caracterización 3) Adecuación (Primera y Segunda Transformación), 4) Ensayo industrial, 5) Caracterización del biocombustible.

DESARROLLO

1) **Recolección y transporte**: Para viabilizar su recolección y acopio se trabajó con un productor cañero quien no solo proporcionó la materia prima sino que articuló con el proveedor del servicio de recolección para que en agosto de 2016 se transportaran 2 rollos de RAC desde Tucumán hasta la ciudad de Rafaela, Santa Fe donde está localizada la empresa donde se realizaron las pruebas. Para esta etapa solamente se caracterizó el tipo de fardo ya que los costes de transporte y el servicio de enfardado (megaenfardado o enrrollado) son valores conocidos en la actividad siendo hasta 3 veces más costoso que el servicio el cultivo de la caña misma.

Imagen 1 - RAC Enrollado en Campo

2) **Recepción y caracterización de biomasa**

Tabla 1 - Caracterización de Biomasa

Variable		Valor	Unidad	Observación
Nombre Científico		Saccharum officinarum	-	
Denominación		Malhoja o RAC de caña	-	
Formato de Recepción		Rollos	-	Tradicionales para herbáceas. Largo de las fibras 400-600[mm]
Humedad:		12	[%]	Humedad promedio del rollo
Cantidad		2	[und]	
Peso por Unidad		370	[kg]	Promedio
Densidad Aparente		165 (en rollo)	[kg/m³]	
Poder Calorífico		2300-2400	[kcal/kg]	Para humedad del 15 %
Composición Química [4]	Carbono Hidrógeno Oxígeno Cenizas Azufre Nitrógeno	45.28 5.55 45.61 9.5 0.13 0.43	[%]	

Imagen 2 - RAC Sin Enrollar

3) Adecuación

Tabla 2 - Primera Transformación o Desmenuzado

Variable	Valor	Unidad	Observación
Humedad	8	[%]	
Densidad Aparente	68	[kg/m³]	
Tamaño	50-120	[mm]	
Proceso y comportamiento	Desmenuzado con Maquina desmenuzadora accionada por toma de fuerza de tractor.		

Imagen 3 - Desarmado del rollo con Desmenuzadora

Imagen 4 - Desmenuzadora

Tabla 3 - Segunda Transformación o Molido

Variable	Valor	Unidad	Observación
Humedad:	10,5	[%]	
Densidad Aparente	143,6	[kg/m³]	
Tamaño	2-15	[mm]	
Proceso y comportamiento	Molido con Molino de Martillo con motor 50 HP con malla de 7 mm. Aumenta la densidad aparente de la Biomasa lo que facilita su manejo a granel y transporte.		

Imagen 5 - Molido de RAC con Molino de Martillo

Imagen 6 - Molino de Martillo

4) Ensayo industrial de conformado de pellets de RAC: Luego de acondicionada la materia prima en granulometría y humedad, la operación de pelletizado se llevó a cabo en una prensa marca Giuliani con matriz anular de 6 mm de diámetro de extrusión y motor eléctrico de 75 HP.

El INTI trabaja en el diseño mecánico de estos componentes críticos para el proceso de pelletizado dando soporte a las empresas del rubro.

Imagen 8 - Prensa Pelletizadora

Imagen 7 - Matriz Anular

5) Caracterización del biocombustible

Pellet de RAC			
Variable	**Valor**	**Unidad**	**Valor Ref. Norma EN 14961-1**
Longitud promedio (L)	[mm]	12	$3{,}15 \geq L \geq 40$
Clase de diámetro (D)	[mm]	5.8	6(±1) u 8(±1)
Humedad	[%]	9	≤10
Densidad (BD)	[kg/m³]	728	≥600
Durabilidad mecánica (DU)	Peso-% a.r.	95	≥97,5
Finos, F (< 3.15 mm)	Peso-% a.r.	-	<1
Proceso y comportamiento	El producto terminado tienen las siguientes características de acuerdo al Procedimiento VRB-P-TPA02 de calidad de Pellet basado en la Normativa Europea EN14961		

* Ref. Pellets de Madera para Usos Térmicos (EN 14961-1)

Imagen 9 - Pellet de RAC de caña de azúcar

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante el ensayo surgieron inconvenientes en los sistemas de transporte de la maquina debido a la hojas largas que presenta el RAC. Estas dificultades fueron propias al diseño de la planta que originalmente fue diseñada para operar con una biomasa granular. De estas observaciones se determinaron las mejoras y adaptaciones necesarias para mantener un flujo constante de materia prima y para lograr la estabilidad del proceso.

Cabe destacar que los pellets de biomasas provenientes de la actividad agrícola se denominan *agropellets* los cuales suelen contener mayor porcentaje de cenizas o minerales (sílices) arrastrados durante su recolección lo que dificulta su uso en equipos de combustión mayormente en calderas industriales. Hoy existen en el mercado equipos específicos para su uso que si bien son más costosos comparativamente siguen siendo rentables.

Otro factor importante para resaltar es la logística, el alcance territorial que puede tener un biocombustible sólido en función a la energía que contiene. En el caso del RAC se llegó a aumentar la densidad casi 4,5 veces.

Para evaluar la viabilidad económica en cuanto al proceso industrial se tomó como referencia el análisis llevado a cabo sobre Spartina Argentinensis[2], una biomasa que presenta problemas similares en adecuación que el RAC donde el costo energético de aprovechamiento (CEA) y la Tasa de Retorno Energético (TRE) son positivos dando margen al cálculo del radio de comercialización y permitiendo identificar los puntos a mejorar y adaptar del proceso de pelletizado convencional.

CONCLUSIONES

El RAC de caña es una biomasa que tiene un alto potencial de aprovechamiento energético y el conformado de pellets a escala industrial es una alternativa no solo para darle valor agregado y diversificar la actividad cañera sino para suplir la demanda energética creciente en todo el país. Muchos estudios estadísticos hablan sobre el potencial del RAC, pero las tecnologías para su aprovechamiento aún no han sido validadas por la propia industria azucarera. Actualmente los únicos antecedentes son el uso parcial en su estado natural en calderas bagaceras de algunos ingenios azucareros que buscan complementar al bagazo que escasea debido a la demanda energética de la producción de etanol. De estas aplicaciones no se tienen registros de casos sostenidos en el tiempo y ni de los resultados obtenidos, es por esto que las aplicaciones con un combustible estandarizado como el pellet pueden dar una mayor confiabilidad y diversificar el consumo hacia la media y baja escala incluso para aplicaciones domésticas en reemplazo del GLP y el GN.

REFERENCIAS

[1] Ing. Agr. Diego Mathier , Ing. Agr. Pablo Saleme , Ing. Agr. M. Sc. Mario Bragachini , Ing. Agr. Federico Sánchez, Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. José Méndez. La caña de azúcar como cultivo energético. INTA, Junio 2013.

[2] Balance energético de la obtención de pelets de Spartina argentinensis, Jozami, E.1*, Rearte M.2, Porstmann, J.C.1, Shocron, A.M.1, Martínez Pulido, G.2, Civit, B.3, Feldman, S. R.1;4, 1Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

LA BIOMASA PARA LAS BIOÉLECTRICAS EN CUBA: CARACTERIZACIÓN, DISPONIBILIDAD Y MANEJO

THE BIOMASS FOR THE BIOELECTRICAL PLANTS IN CUBA: CHARACTERIZATION, HANDLING AND AVAILABILITY

Fernández, J.*; Pérez, J.A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
juan.fernandez@icidcamy.azcuba.cu

Resumen

La biomasa se caracterizó química, física, energética y estructuralmente. El bagazo y los residuos agrícolas de la caña (RAC) presentan mayores contenidos de volátiles, resultando combustibles adecuados por su valor calórico. El contenido de azufre, cloro y sales de compuestos metálicos en los RAC, es superior que en el marabú (Dichrostachys cinerea) y el bagazo, lo cual está asociado con las características de las cenizas, pudiendo producir incrustaciones y corrosión en la caldera, por lo que su inclusión en las mezclas de biomasa no debe sobrepasar el 20 %. Por su disponibilidad y accesibilidad, el bagazo es la biomasa más segura y efectiva, mientras que los RAC y el marabú, están más afectados por las condiciones de recolección, el transporte y el manejo, resultando factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación de la bioeléctrica. El marabú constituye la fuente de biomasa no cañera con un mayor potencial energético para su uso inmediato en Cuba.

Palabras claves: caracterización, manejo, bagazo, residuos agrícolas de la caña, marabú

Abstract

The biomass was characterized chemical, physical, energetic and structurally. Bagasse and trash have higher content of volatile, resulting suitable fuels according to their calorific values. The content of sulfur, chlorine and salts of metallic compounds in trash, is higher than that at the marabou (sickle bush) and bagasse, which is associated with the characteristics of the ashes, being able to produce fouling and corrosion in the boiler, so that its inclusion in mixtures of biomass should not exceed the 20 %. Due to its availability and accessibility, bagasse is the safest and most effective biomass, whiles the trash and the marabou, are most affected by the conditions of collection, transport and handling, being factors affecting the cost structure of investment and operation of the bioelectrical plant. The marabou is the source of biomass, not coming from sugar cane, which has a greater potential for immediate use in Cuba.

Key words; characterization, handling, bagasse, sugarcane trash, marabou

Introducción

La utilización de fuentes renovables de energía (FRE) es una de las medidas del "proceso de actualización del modelo económico cubano", ya que sin este enfoque es inconcebible la concepción de programas de

desarrollo sostenible, teniendo en cuenta que el actual esquema energético del país requiere ser transformado en aras de producir una energía más limpia, diversa y eficiente especialmente a partir de la biomasa (1)

En la mayoría de los países que producen azúcar a partir de la caña, se genera electricidad utilizando el bagazo solamente en la temporada de zafra. Si se adoptaran estrategias que contemplen la disponibilidad de biomasa, su manejo y almacenamiento, se pudiera extender la generación de electricidad durante todo el año, permitiendo que los ingenios diversifiquen su objeto social hacia el mercado de producción de electricidad, mediante la cogeneración o hacia la creación de nuevas facilidades como las plantas bioeléctricas.

El bagazo como portador energético tiene dos desventajas importantes: su relativo alto contenido de humedad y el hecho de que no se puede disponer del mismo, de forma continua, durante todo el año, sin embargo, últimamente su uso para la cogeneración ha ido ganando importancia en muchos países (2)

Los RAC no constituyen un grupo uniforme como materia prima, sino que abarcan varios elementos como el cogollo, las hojas verdes y las hojas secas. Por lo general, se dejan en el campo como cobertura del suelo pero una parte de ellos acompaña a la caña cortada como componente de las materias extrañas. Dentro de las desventajas de los mismos están su baja densidad y su forma estructural, por lo que requieren de un tratamiento de molida para facilitar su manejo en los procesos de conversión termoenergéticos.

El marabú es una especie invasora que ha proliferado en tierras del país, abarcando más de un millón de hectáreas infestadas. Su consumo en las bioeléctricas contribuye a cubrir el déficit de biomasa.

El objetivo de este trabajo es inventariar las principales fuentes de biomasa vegetal para las bioeléctricas en Cuba, teniendo en cuenta su caracterización como combustible y su potencialidad energética.

Materiales y métodos

El bagazo integral utilizado en la caracterización provino del ingenio Manuel Fajardo, en tanto, los residuos agrícolas se recolectaron en el lote 54, sembrado con la variedad C89-174, en la UBPC Pablo Noriega, ambos del municipio de Quivicán en Mayabeque, al igual que el marabú. Estos materiales se secaron y se molieron a la granulometría requerida para los análisis químicos por medio de los tamices números 40 y 60.

En la determinación de las propiedades químicas y físicas de la biomasa se aplicaron las normas TAPPI (3). En un equipo de análisis químico elemental (Eager 200), por el método ESTRUCTU, se determinaron los contenidos de C, H, O, N y S, informándose los datos libres de humedad y cenizas. La humedad y los volátiles se determinaron por las normas NC 34-47: 2003 y ASTM E872-82, respectivamente. En la determinación del poder calórico de la biomasa se empleó el método analítico.

Resultados y discusión

En la tabla I se reporta la composición estructural y química de la biomasa. El marabú presenta mayores contenidos de lignina y de celulosa, mientras tiene menos cenizas que la biomasa cañera. Esto influye positivamente en la mejor calidad de esta madera como combustible, debido también al mayor contenido de carbono e hidrógeno presentes en la lignina, lo que incrementa el contenido final de energía. Por otra parte, el contenido de nitrógeno es mayor en el marabú, lo que incrementa los riesgos de almacenamiento; en tanto que su contenido en cloruros es menor que los reportados para la biomasa cañera.

El bajo contenido de azufre, cloro y nitrógeno en la biomasa, con respecto al de los combustibles fósiles, la hace muy interesante desde el punto de vista energético, ya que los óxidos de estos elementos afectan negativamente a la instalación y al medio ambiente; por lo contrario, posee un contenido energético menor.

Tabla I. Composición estructural y química de la biomasa para las bioeléctricas.

Análisis (%)	RAC	Bagazo	Marabú	Análisis (%)	RAC	Bagazo	Marabú
Celulosa	45,13	46, 60	47.5	C	41,4	46,2	48.5
Lignina	14.11	20, 70	31.8	H	5,1	6.10	5.12
Hemicelulosa	29,5	25, 10	25.4	S	0.15	0.07	0.8
Cenizas	9.2	2,60	1.7	N	0.53	0.32	1.1
* Solubilidad	13.35	4.11	13.2	O	43.62	44.71	43.08
Extractivos	3.54	2.7	3.8	Cl	0.4	0.12	0.05

*solubilidad en agua caliente

En la tabla II se reporta el análisis inmediato de los combustibles.

Tabla II. Análisis inmediato en base seca

análisis / biomasa	Volátiles (%)	Carbono fijo (%)	Cenizas (%)	Humedad de origen (%)	PCS (kJ/kg)
RAC	84.2	6.6	9.2	70-20	14620
Bagazo	88.6	8.8	2.6	48-52	16722
Marabú	75.5	22.5	0.8	60-50	19800

PCS: calor de combustión superior

Los elevados contenidos de cenizas y de humedad afectan negativamente el poder calórico de la biomasa. La humedad del marabú varía entre 50-60 % recién cortado y entre 15-20 % después de secarse al aire. Los procesos termoquímicos requieren por lo menos que la biomasa tenga un contenido de humedad entre 30 y 50 % (4)

El contenido de cenizas está relacionado con problemas de corrosión en la caldera y problemas de erosión en equipos e incrementa los costos del proceso (4). Como se aprecia, los RAC tienen mayor contenido de cenizas. Los cambios más significativos en el contenido de cenizas del bagazo son: periodo seco 2.5 %) < periodo húmedo (5%) < cosecha después de días lluviosos (15%) según consideraciones de Silva (5).

La densidad energética de las astillas de marabú quintuplica a la de la biomasa cañera, sin embargo esta propiedad se puede incrementar mediante la densificación mecánica de la biomasa cañera, formando pellets o briquetas, pero a expensas de un incremento de los costos de inversión y explotación de la planta.

El potencial de la biomasa cañera y de marabú existentes en el país, como fuente segura y continua de abastecimiento en la generación de energía se presenta en la tabla III. La disponibilidad del marabú es una función del nivel de infestación que presente el terreno.

Tabla III. Disponibilidad de biomasa cañera y de marabú en Cuba

	Caña azucarera	Marabú
Área sembrada (ha)	400300	1000000
Rendimiento (t/ha)	40	3.1
Generación (t)	16012000	3100000

El bagazo producido correspondiente al 30 % de la caña molida se estima en 2401800 t b.s, mientras los RAC representan el 25 % para un estimado de 2001500 t b.s.
Las condiciones para la recolección, el transporte y el manejo de la biomasa en una planta de generación de electricidad, son factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación. Por su disponibilidad y accesibilidad, el bagazo es la biomasa más segura y efectiva. El marabú podrá utilizarse, debido a que se cuenta en el país con tecnología que facilita su consumo, conformada por una máquina cosechadora, cuya productividad comprobada en el corte de marabú es de 12 toneladas por hora; así como de motosierras para la tala manual y de un modelo astilladora capaz de convertirlo en astillas.

En la figura 1 se muestran las alternativas de manejo de los RAC. Energéticamente, la cosecha integral con sistema de limpieza en seco es la opción de menores costos

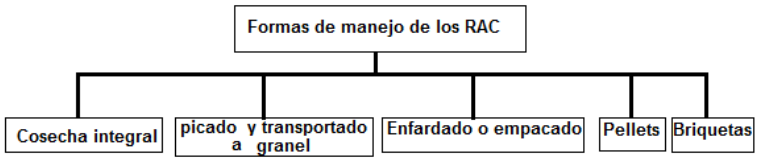


Figura 1. Alternativas de manejo de los RAC.

Conclusiones

El bagazo y los RAC presentan mayores contenidos de volátiles, resultando combustibles adecuados por su valor calórico. El contenido de azufre, cloro y sales de compuestos metálicos en los RAC, es superior que en el marabú y el bagazo, lo cual está asociado con las características de las cenizas, pudiendo producir incrustaciones y corrosión en la caldera, por lo que su inclusión en las mezclas de biomasa no debe sobrepasar el 20 %. Por su disponibilidad y accesibilidad, el bagazo es la biomasa más segura y efectiva, mientras que los RAC y el marabú, están más afectados por las condiciones de recolección, el transporte y el manejo, resultando factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación de la bioeléctrica. El marabú constituye la fuente de biomasa no cañera con un mayor potencial energético para su uso inmediato en Cuba.

Bibliografía

1. Menchaca, R. (2014) El Economista de Cuba EDICION ONLINE Publicación Digital de la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba ANEC [25.08.2014]
2. Seebaluck, V., Leal, M.R.L.V., Rosillo-Calle, F., Sobhanbabu, P.R.K., Johnson, F. Sugar cane bagasse cogeneration as a renewable energy resource for Southern Africa. The 3rd International Green Energy Conference, 17-21 June 2007 Vasteras .Sweden. Malardalen University: pp. 658-670
3. TAPPI (2000) Test Methods TAPPI Press. Atlanta. (T 211 om-93).
4. López, D. (2013). Valorización de biomasa de origen vegetal mediante procesos térmicos y termoquímicos. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Departamento de Ingeniería Química, Ciudad Real.

5. Silva, M.A.; Welter, R.A.; Santos, B.C.M.; Albuquerque, L.H.M. (2010) Sugarcane bagasse physical chemical characterization: the importance of the sampling protocol. School of Chemical Engineering. University of Campinas, Brazil.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA TERMOENERGÉTICA DE UNA BIOELÉCTRICA

TECHNOLOGICAL ALTERNATIVES TO INCREASE THE THERMOENERGETIC EFFICIENCY OF A BIOELECTRIC FACTORY

Autor (es): Lorenzo, J [1]*; Zumalacárregui, L; Hernández, E.

[1] Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae)
* e-mail: junior@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se analizaron diferentes alternativas tecnológicas para aumentar la eficiencia termoenergética de una bioeléctrica de forma integral. La evaluación del sistema termoenergético (STE) a partir de los simuladores STA v4.1 y Aspen Pinch v11.1 mostró un déficit de bagazo sobrante producto de un alto consumo de vapor de escape en el proceso. La aplicación del análisis pinch (AP) permitió constatar la existencia de reservas energéticas en el sistema. A partir de los resultados de la simulación del STE y del AP se propusieron tres alternativas de mejoras. La alternativa 3 permite la reducción del consumo de vapor de escape en el proceso; la posibilidad de almacenar 23,6 kg bagazo/t caña molida y el incremento de electricidad vendida al SEN.

PALABRAS CLAVES: bioeléctrica, simulación, análisis pinch

ABSTRACT

In this work alternatives to increase the thermal energy efficiency of a bioelectric factory were analyzed. The evaluation of the thermal energy system was carried out using STA v4.1 and Aspen Pinch v11.1. The results showed a bagasse deficit due to the high consumption of exhaust steam in the process. Pinch analysis (PA) allowed verifying energetic reserves in the system. Based on process simulation and PA results three improvement alternatives were proposed. The 3rd alternative allows exhaust vapor consumption in the process; the possibility to store 23,6 kg bagasse/t milled cane and the increment of the electricity sold.

KEY WORDS: bioelectric, simulation, pinch analysis

INTRODUCCIÓN

Un elemento determinante para mantener o alcanzar altos niveles de desarrollo e industrialización es el acceso y disponibilidad a la energía, la que a su vez tiene un indisoluble enlace con la naturaleza y el medio ambiente. En el caso particular de Cuba uno de los sectores que está llamado a incrementar su eficiencia energética es el de la industria de la caña de azúcar. La existencia de bioeléctricas que generen cantidades significativas de electricidad la mayor parte del año es una necesidad de primer orden [1]. Por otro lado el uso de la biomasa cañera para generar electricidad puede producir una reducción de las emisiones al medio ambiente de CO_2 así como otros gases de efecto invernadero. En el 2018 se debe poner en funcionamiento la primera bioeléctrica de la nación. Esta bioeléctrica, genera interrogantes relacionadas con la operación del sistema termoenergético (STE).

La simulación es una potente herramienta en la cual las industrias químicas de avanzada se apoyan para mantener y aumentar su competitividad, lo que no siempre sucede en las industrias cubanas [2]. El presente trabajo tiene como objetivo analizar alternativas tecnológicas para aumentar la eficiencia termoenergética de una bioeléctrica de forma integral a partir de herramientas de análisis de procesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del caso base (CB)

Se tomó como caso de estudio (CB) el STE del central – destilería BIOCOM en Angola, teniendo en cuenta que aún no está en operación la primera bioeléctrica en Cuba. Este central tiene una molida de 147,22 kg/s. La planta de generación de vapor consta de dos generadores de vapor (GV) Zanini de capacidad nominal de 41,66 kg/s cada uno, que generan vapor a 7 MPa y 793 K. Se usa madera como segundo combustible.

Los GV le suministran vapor a dos turbogeneradores de contrapresión (TGCP) de 25 MW y a un turbogenerador de extracción condensación (TGEC) de 20 MW que operan a 6,9 MPa y 788 K.

El tren de evaporación está conformado por un quíntuple efecto con vasos tipo Robert. El primer efecto produce vapor (v1) que se utiliza en el calentador de jugo claro, en el calentador rectificador de jugo mixto y filtrado, en el segundo efecto de evaporación y en la destilería. Se hacen extracciones en el segundo efecto (v2) hacia el calentador secundario de jugo mixto y filtrado, hacia los tachos y al calentador de meladura que antecede al flotador. El vapor producido en el tercer efecto (v3) se utiliza en el primer calentamiento del jugo mixto y en el siguiente efecto del múltiple.

Metodología

En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la metodología seguida. Se empleó el simulador de procesos Sistema Termo Azúcar (STA) v4.1 para simular el STE. El simulador STA es un programa de simulación del tipo modular – secuencial en estado estacionario, que posee como principales características y ventajas la gran flexibilidad para representar integralmente los distintos esquemas e incorporar nuevos módulos [2].

Para realizar el estudio de integración energética se empleó el simulador Aspen Pinch (Aspen Plus v11.1). En este caso se asumió una diferencia mínima de temperatura de 10°C [3]. Los datos térmicos de las corrientes pueden ser consultados en [4].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación del caso base

Para validar el CB se compararon los valores resultantes de la simulación con información real del central-destilería BIOCOM. En la figura 2 se observa que no existen diferencias significativas entre los datos reales y los resultados de la simulación. En todos los casos las diferencias fueron menores del 5%.

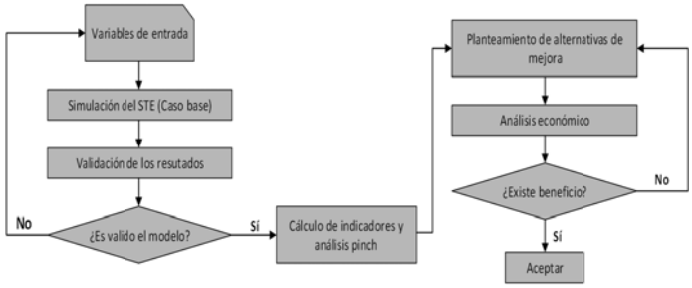


Fig. 1 Diagrama de bloques de la metodología aplicada

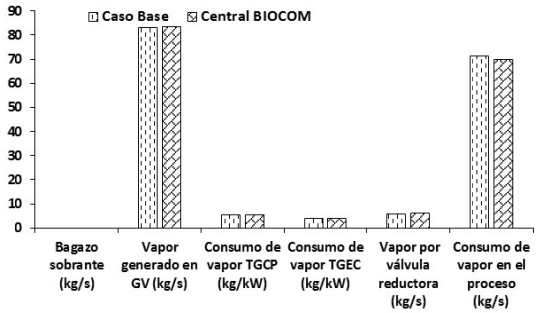


Fig 2. Resultados de la validación

Análisis de indicadores

Para identificar los problemas que afectan la eficacia energética en el CB se calcularon varios indicadores operacionales. La tabla 1 muestra parte de los resultados de los indicadores globales. De la misma vale destacar que de acuerdo a Alonso [5] el consumo de vapor de escape es elevado. Para una fábrica donde se

priorice la venta de electricidad este valor debe estar entre 26% - 34% de la caña molida. Al no existir bagazo sobrante se requiere el uso de la madera. Esta se obtiene a partir de la tala de bosques con el correspondiente daño ambiental.

Tabla 1. Indicadores globales del caso base

Nombre	Valor
Bagazo sobrante (% disponible)	0,00
Consumo vapor de la fábrica (% peso en caña)	55,94
Producción eléctrica específica de la fábrica (kW-h/t caña)	101,10
Electricidad vendida al SEN (kW-h/t caña)	83,18
Demanda de escape a proceso (% peso en caña)	48,43
Porcentaje de explotación total de los generadores de vapor	97,64

Resultados del análisis pinch (AP)

Mediante el AP se comprobó la existencia de remanentes de energía que posibiliten la disminución del consumo de vapor. En las figuras 3 y 4 se muestran la gran curva compuesta sin utilidades y la gran curva compuesta con utilidades (consideradas como las evaporaciones y el vapor de escape, para la alternativa 3) respectivamente. El punto pinch corresponde a 35 ^{o}C, siendo los requerimientos mínimos de calor en el proceso de 119, 7 MW (~ 7% inferior al consumo real).

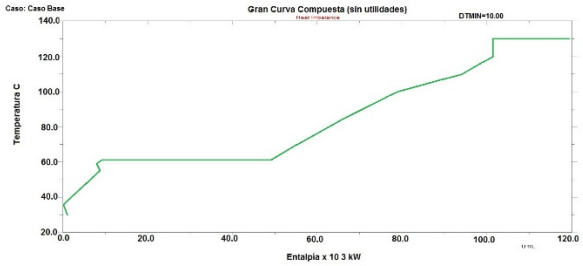


Fig. 3 Gran curva compuesta sin utilidades

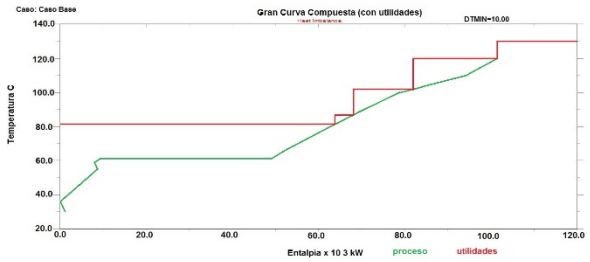


Fig 4. Gran curva compuesta con utilidades

Alternativas de mejoras para el CB

Alternativa 1(A1): Disminuir la humedad del bagazo hasta el 47% empleando una maza del tipo "Lotus" en el último molino [6].

Alternativa 2 (A2): Modificar A1 a partir de los resultados del AP: calentar la meladura con la corriente de vinaza y flemaza proveniente de la destilería**;** calentar el jugo mixto mediante un calentador jugo – condensados**;** aumentar el área de transferencia del cuarto vaso de 2 000 m^2 a 4 000 m^2; emplear como medio de calentamiento vapor proveniente del cuarto y tercer vaso en el calentador primario y secundario respectivamente.

Alternativa 3 (A3): Sustituir un TGCP de 25 MW por un TGEC de 25 MW; sustituir los intercambiadores de tubos y corazas por calentadores de placas; satisfacer la demanda de vapor en tachos con vapor proveniente del cuarto efecto del múltiple. Los otros parámetros de operación se mantienen iguales a A2.

En la figura 5 se puede apreciar cómo el consumo de vapor de escape en el proceso disminuyó en la alternativa 3. Este valor es cercano al que se plantea para centrales modernos que priorizan la venta de electricidad. Bajo estas condiciones se puede almacenar 23,6 $kg_{bagazo}/t_{caña\ molida}$ durante el período de zafra, lo que permitiría producir 11 MW en el período de no zafra.

Se incrementó la electricidad vendida al SEN en la alternativa 3 debido al aumento de la capacidad eléctrica generada. A pesar de existir una disminución del consumo de vapor de escape en el proceso, el bagazo sobrante en A3 disminuyó con respecto a A2. Esto se debe al incremento de la demanda de vapor en el área de cogeneración, teniendo en cuenta que se aumentó la generación eléctrica.

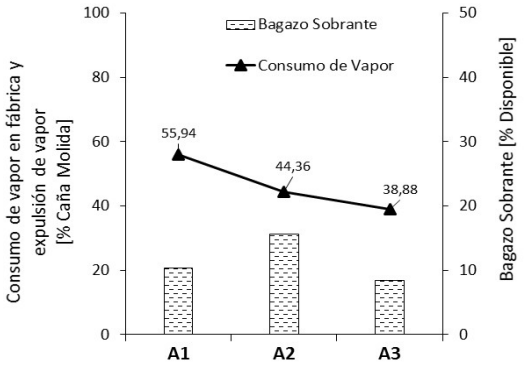


Fig. 5 Comparación de indicadores entre alternativas

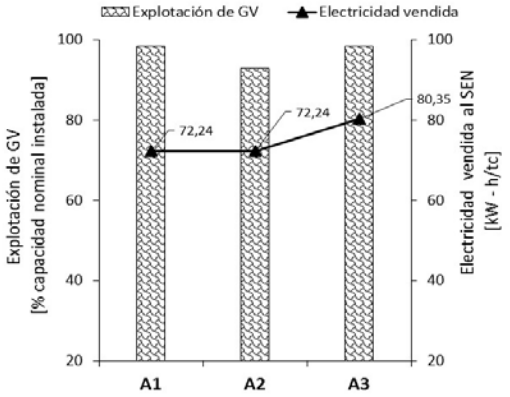


Fig 6. Comparación de indicadores entre alternativas (Cont)

Para determinar si la alternativa 3 es atractiva económicamente se comprobó si los ingresos por las modificaciones realizadas pagaban la inversión necesaria. El costo total de inversión se estimó a partir de la actualización del valor reportado en [7]. Para una tasa de interés de un 15% y 15 años de vida económica es posible obtener un VAN de 30 989 784 USD con una TIR de 22%, siendo el plazo de recuperación de la inversión de 11 años.

CONCLUSIONES

Las modificaciones realizadas en la alternativa 3 permiten la reducción del consumo de vapor de escape en el proceso; la posibilidad de almacenar 23,6 kg bagazo/t caña molida y el incremento de electricidad vendida al SEN. Esta alternativa es atractiva económicamente obteniendo un VAN de 30 989 784 USD con una TIR de 22%, siendo el plazo de recuperación de la inversión de 11 años.

REFERENCIAS

1. Rubio, G.A., et al. Alternativas de integración y esquemas tecnológicos para el máximo aprovechamiento de la biomasa cañera para la generación de electricidad. in I Conferencia Internacional Energia e Innovacion para el Desarrollo Sostenible. 2016. La Habana, Cuba.
2. Pérez de Alejo, H.E., et al., El análisis de procesos y el empleo adecuado de la energía en la producción de azúcar crudo y electricidad en ingenios cubanos, I.S.P.J.A.E. (Cujae), Editor. 2008: La Habana.
3. Pina, E.A., et al., Reduction of process steam demand and water-usage through heat integration in sugar and ethanol production from sugarcane evaluation of different plant configurations. Energy, 2015: p. 1-18.
4. Hernández, E., Condiciones operacionales para el sistema termoenergético de un central-destilería moderno, in Ingeniería Química. 2016, Universidad Tecnológica de La Habana "José A. Echeverría" (Cujae): La Habana, Cuba.
5. Alonso, P.W. and C.A. Luengo, Sugarcane energy use: accounting of feedstock energy considering current agro-industrial trends and their feasibility International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2013. 4(10): p. 1-13.
6. Rein, P., Cane Sugar Engineering. 1st ed. 2007, Berlin: Verlag Dr Albert Bartens KG.
7. Biomass power generation: Sugar cane bagasse and trash. Caminhos para a Sustentabilidade. 2005, Brazil: PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento CTC - Centro de Tecnologia Canavieira.

ESTUDIO AGROINDUSTRIAL PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA BIOELECTRICA EN ÁREAS DEL CENTRAL AZUCARERO ECUADOR

AGROINDUSTRIAL STUDY TO GUARANTEE THE OPERATION OF THE BIOELECTRIC PLANT IN AREAS OF THE AZUCARERO CENTRAL ECUADOR

Autor (es): Castellón A.
IPROYAZ Filial Ciego de Ávila
alicia.castellon@iproyazca.azcuba.cu

RESUMEN

La zafra constituye la actividad más importante de la agro-industria de la caña de azúcar ya que se obtiene el producto final que posteriormente se comercializará tanto a nivel nacional como internacional. El proyecto está encaminado al estudio agroindustrial a partir de la puesta en marcha de nuevas inversiones que permitan lograr una industria más productiva y eficiente, capaz de dar respuesta al crecimiento cañero e industrial; así como garantizar la materia prima (bagazo) necesaria para incorporar al proceso productivo a la Planta Bioeléctrica de 50 MW a 87 bar/540°C en áreas de la UEB Central Azucarero Ecuador de la provincia Ciego de Ávila y aprovechar los derivados de la caña de azúcar garantizando el incremento energético en nuestro país, logrando con ello resultados favorables desde el punto de vista de rentabilidad y eficiencia.
PALABRAS CLAVE: Caña de azúcar, bagazo, bioeléctrica, energía.

ABSTRACT

The harvest is the most important activity of sugarcane agro-industry, since the final product is obtained and later commercialized both nationally and internationally. The project is aimed at the agro-industrial study starting from the implementation of new investments that allow to achieve a more productive and efficient industry, able to respond to the growth of sugar cane and industry; as well as guaranteeing the raw material (bagasse) necessary to incorporate the Bioelectric Plant of 50 MW at 87 bar / 540 ° C in the areas of the sugar factory Ecuador of the Ciego de Ávila province and take advantage of the sugar cane derivatives guaranteeing the energy: increase in our country, obtaining with this favorable results from the point of view of profitability and efficiency.
KEYWORDS: Sugar cane, bagasse, bioelectric, energy.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este estudio es determinar la factibilidad económica en ambas monedas para la inversión, dar solución a los problemas existentes en la agricultura y la industria azucarera que afectan el rendimiento cañero e industrial. Además incrementar los volúmenes de producción de caña molible y azúcar y a partir de esto instalar una Planta Bioeléctrica para generar vapor de alta presión usando el bagazo de la caña de azúcar para convertirlo en vapor tecnológico de calentamiento y en electricidad por cogeneración, para satisfacer las necesidades de la fábrica de azúcar y suministrar el resto a la red nacional.

El objetivo fundamental es garantizar la materia prima, bagazo + residuos agrícolas de la cosecha (RAC), para la producción de la Planta Bioeléctrica en un período de 235 días totales, en el período activo de zafra de 155 días e inactivo de zafra de 80 días. Además se logr: introducir nuevas tecnologías en la agricultura cañera (riego), evaluados a partir de los bajos rendimientos cañeros por efectos de la sequía y no garantía de riego, su ubicación en áreas donde el manto acuífero garantiza el riego, certificados por parte de la Delegación Territorial del INRH como órgano consultor previsto por el reglamento del proceso inversionista, incrementar el área a sembrar a 24000 ha con la adquisición de equipos de mecanización agrícola y de cosecha y los rendimientos agrícolas hasta 90 t/h e industriales al 11.50 % elevando la eficiencia de la

producción de azúcar y reducir su costo en un 10 %, aumentando el rubro exportable y la sustitución de importación al país, produciendo sin provocar impacto negativo en el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método utilizado para el análisis de los indicadores económicos financieros y de rentabilidad de la inversión está basado en el manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), así como el modelo computarizado de esta organización para el análisis de viabilidad y presentación de informes (COMFAR III Expert versión 3.2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caña de azúcar: Se evaluaron diferentes elementos sobre la producción cañera dentro de ellos: Características actuales de la producción de caña de azúcar, uso y tenencia de la tierra, requerimientos de riego, preparación del suelo, recursos hídricos, período de crecimiento y duración probable de la zafra, características del suelo y el clima relacionadas con el riego, capacidad de almacenamiento de agua del suelo, balance de área en riego, secano y total para la proyección cañera y la capacidad proyectada de la producción de caña de azúcar.

Tabla I: Producción Total e Incremental de la Caña Molible

Proyección	*UM*	*Total*	*Incremental*
Caña molible	MT	1189.3	530.3

Se evaluó el régimen de riego para diferentes cepas y ciclos de la caña de azúcar con vistas a lograr un uso más racional en las nuevas tecnologías de riego de forma tal que se logren rendimientos altos y estables y se determinaron los montos totales para cada inversión de riego propuesta. Una herramienta de gran utilidad en el trabajo realizado en relación con las recomendaciones de riego fue el «Sistema para Riego y Drenaje» (SISRIED), servicio científico técnico brindado por el INICA.

Tabla II: Tecnologías de Riego por inversión

Tecnologías	*Cantidad*	*Área (ha)*
Máquinas	65	5102.5
Enrolladores	15	1285.5
Goteo	19	1995.0

Azúcar de caña: Se evaluó la producción de azúcar en la industria a partir de los siguientes elementos: características actuales de la producción, descripción del proceso tecnológico, recepción y preparación de caña, purificación del jugo, evaporación, molienda, cristalización y centrifugación, generación de vapor, generación de electricidad, sistemas de enfriamiento, estación de compresores, transportación y almacenamiento de bagazo. Se determinó la matriz DAFO para la agricultura e industria.

Análisis de mercado: Uno de los objetivos más importantes de la Empresa Comercializadora TECNOAZÚCAR perteneciente al grupo AZCUBA, es mantener la presencia directa en los mercados a donde ha exportado y ampliar a otros nuevos. Se evaluó la demanda actual y futura de la producción azucarera, el programa de producción por surtidos en unidades físicas y valor que deberán alcanzarse en cada año en el horizonte de planificación, vinculados dichos niveles de producción a los pronósticos de ventas correspondientes y a la capacidad productiva calculada.

Los precios utilizados para determinar el importe de los volúmenes de producción que se analiza en este proyecto están en correspondencia con la Resolución 19/2017.

Tabla III: Producción incremental.

UM: Producción en Toneladas							
Producción	***Año 2***	***Año 3***	***Año 4***	***Año 5***	***Año 6***	***Año 7***	***Año 8***
Incremento de Producción							
Azúcar Crudo A Granel (t)	16285	30026	29659	59350	51882	51816	52292
Azúcar Refino (t)	20414	17414	24414	11414	19914	20914	20914
Miel (t)	7782	11636	12609	16993	17376	17501	17501

Estudio técnico: Se evaluaron diferentes elementos entre ellos: tamaño del proyecto, programa de producción, localización, equipamiento, obras de ingeniería civil, análisis de los insumos, servicios públicos, mano de obra, cronograma de ejecución, ingeniería del proyecto (tecnología agrícola e industrial), a partir del cumplimiento de las premisas establecidas para la agricultura e industria. La propuesta futura del sistema electro energético en el central a partir de la ejecución de la Planta Bioeléctrica consiste en eliminar los 3 turbos generadores de 4 MW y 6,3 kV, las subestaciones del área de generación de vapor y se incorpora una subestación de 2 x 6 MVA de 13,8 kV a 6,3 kV, alimentada desde la Planta Bioeléctrica para mantener energizado el sistema electro energético del ingenio y la refinería. La demanda máxima del ingenio en tiempo de zafra incluida la refinería es de 10,2 MW. La demanda máxima del ingenio fuera del tiempo de zafra es 2,5 MW.

Tabla IV: Premisas Generales.

Premisas generales	***UM***	***Índice***
Aprovechamiento de la capacidad potencial.	%	85
Duración del período de zafra	d	155
Duración del período inactivo del ingenio	d	80
Bagazo % caña.	%	30
Humedad del bagazo en zafra	%	50
Presión de operación de las calderas	bar	87
Temperatura del vapor vivo salida de calderas	°C	540
Eficiencia de las calderas	%	85
Demanda de vapor del proceso azucarero (t vapor / t caña)	%	42
Presión de vapor del proceso	bar	2.8
Vacío en el condensador	bar	0.5
Índice de generación de las calderas	tv/tb	2.3
Índice de generación eléctrico	kW/h. / t caña	120
Índice de venta de electricidad a la UNE	kW/h. / t caña	90

Estudio económico financiero: Los resultados de la evaluación indican la rentabilidad del proyecto por la obtención de un VAN positivo de 133 972,5 MCUC en la variante divisa y de 181 424,4 MCUP en la de moneda total, el rendimiento neto del efectivo anual interpretado como la tasa más elevada de pagos iguales de principal e intereses donde el proyecto puede obtener fondos en condiciones corrientes de liquidez constantes (TIR) ofrece un resultado 18.00 % en divisa y de 19.73 % en la moneda total, cumpliéndose la condición necesaria de que la TIR sea mayor a la tasa de interés más baja para el capital invertido y a la tasa de actualización considerada (10 %), obteniendo como resultado que la recuperación de la inversión es de 7.56 años (7 años, 6 meses y 22 días) para la divisa y 7.16 años (7 años, 1 meses y 28 días) para moneda total.

Se evaluó a partir de premisas económicas y financieras, costos de inversión, costos de producción, fuentes de financiamientos, criterios de la evaluación financiera (estados financieros, servicio de deuda, estado de rendimiento financiero, flujo de efectivo para la planificación financiera, flujo de caja para el rendimiento de la inversión, estado de situación y análisis de sensibilidad) y en el análisis económico el efecto neto sobre la divisa.

Tabla V: Presupuesto total inversión

Componentes	*TOTAL*			*APA*			*INDUSTRIA*		
	M.Total	***Divisa***	***Import.***	***M.Total***	***Divisa***	***Import.***	***M.Total***	***Divisa***	***Import.***
Equipos	75375.2	62812.8	62812.8	44691.1	37242.7	37242.7	30684.1	25570.1	25570.1
Construcción y Montaje	12658.2	4146.8	2379.9	7838.3	1702.6	1361.4	4819.9	2444.2	1018.5
Otros	3395.8	317.9		2627.3	263.3		768.5	54.6	
Costo Inversión Total	**91429.2**	**67277.5**	**65193.7**	**55156.7**	**39208.6**	**38604.1**	**36272.5**	**28068.9**	**26588.6**

Los niveles de energía eléctrica a entregar a la RED nacional han sido precisados de conjunto con las Direcciones de Atención a Plantas Industriales de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila, las que posteriormente deberán conciliarse con el MEP, se han tenido en cuenta las indicaciones del MINEM en el contexto de los análisis del programa de las FER en el País. Se realizó el balance energético tanto para el período de zafra y post-zafra demostrando a continuación los resultados generales a partir de la puesta en explotación de la Planta Bioeléctrica.

Tabla VI: Generación, consumo y entrega de energía eléctrica período total (activo + inactivo)

TOTAL PERÍODO ZAFRA (CRUDO + REFINO) y PERÍODO POST-ZAFRA					
DESCRIPCIÓN	***UM***	***Año***			
		1	***2***	***3***	***4***
Índice de generación eléctrica en zafra	kW/tcm	119.4	119.4	119.4	119.4
Entrega de electricidad en el año a la UNE.	GWh	143.5	154.5	155.4	155.8
Generación eléctrica estimada en el año	GWh	186	202	204	204
Petróleo equivalente por generación eléctrica en el año	TEP	52209.35	56651.16	57039.97	57165.95
Proyección precios del petróleo	USD/t	522.26	524.54	526.81	529.08
Costo del combustible por generación eléctrica	USD	27266857.6	29715797.5	30049227.4	30245363.2

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las consideraciones en que se ha basado la realización de este trabajo y el resultado obtenido luego del análisis económico, se propone la continuación del proyecto de inversión dado que se obtienen indicadores favorables desde el punto de vista de rentabilidad y eficiencia, con la obtención de un VAN positivo para la variante divisa y moneda total, cumpliéndose la condición necesaria de que la TIR sea mayor a la tasa de interés más baja para el capital invertido y a la tasa de actualización considerada (10%). Se requiere el aseguramiento de las garantías de la caña de azúcar con unidades estatales más eficientes que permita lograr la satisfacción de los objetivos comunes que se persiguen para el sector y el incremento de la capacidad de molida de la industria con el objetivo de garantizar la materia prima (bagazo), para el funcionamiento de la Planta Bioeléctrica y que se obtengan ingresos que permita no sólo sufragar los costos totales de producción, sino también asumir los costos relacionados con la deuda financiera a contraer por préstamos y los aportes al fisco.

REFERENCIAS

- Decreto No.327/2014.Reglamento del Proceso Inversionista. Consejo de Ministros.
- ONUDI. Modelo Computarizado de esta Organización para el Análisis de Viabilidad y Presentación de Informes (COMFAR III Expert versión 3.2). Año 2001.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

EXPERIENCIA ASOCIATIVA PARA LA PRODUCCIÓN COMERCIAL BIOENERGÉTICA: SORGO AZUCARADO Y CAÑA DE AZÚCAR COMO CULTIVOS COMPLEMENTARIOS EN TUCUMÁN, ARGENTINA

ASSOCIATIVE EXPERIENCE FOR BIOENERGY COMMERCIAL PRODUCTION: SWEET SORGHUM AND SUGAR CANE AS COMPLEMENTARY CROPS IN TUCUMÁN, ARGENTINA

Javier Tonatto, Eduardo R. Romero, Patricia Garolera De Nucci, Guillermo De Boeck, Sergio Casen, Fernanda Leggio, Patricia Digonzelli, Juan Giardina, Juan Fernández de Ullivarri, Marcelo Ruiz.
Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. William Cross 3150, Las Talitas, Tucumán, Argentina (4101). jtonatto@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Con el fin de contribuir a la diversificación de la matriz energética argentina y a realizar aportes concretos a la sustentabilidad, se llevó adelante un proyecto asociativo público-privado cuyo objetivo principal fue evaluar la producción a escala comercial de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado como cultivo energético complementario de la caña de azúcar. Los resultados obtenidos, tanto en su fase agrícola como industrial, demostraron la aptitud de este cultivo para la producción de energía renovable (etanol y energía eléctrica) así como su carácter complementario con la tradicional industria azucarera.
PALABRAS CLAVE: cultivo energético, etanol, sustentabilidad.

ABSTRACT

In order to contribute to the diversification of the energy matrix from Argentina and to make sound contributions to sustainability, a public-private partnership carried out a project which main objective was to achieve commercial scale production of bioethanol and bioelectricity from sweet sorghum as a complementary energy crop of sugarcane. The obtained results, both in the agricultural and industrial phases, demonstrated the suitability of this crop for the production of renewable energy (ethanol and electric energy) as well as its complementary nature with the traditional sugar industry.
KEY WORDS: energy crop, ethanol, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La matriz de consumo energético mundial, según informes publicados en 2015 (BP Statistical Review of World Energy 2015), está compuesta en un 85,5% por combustibles fósiles, 10,1% por fuentes de energía renovable y un 4,4% por energía nuclear. En el caso de Argentina, la matriz energética responde a este patrón (Ministerio de Energía y Minería, 2016; Romero, 2012).

Además, se proyecta para el 2040 un incremento del 30% en la demanda de energía global, utilizando diversas fuentes de energía para satisfacer este requerimiento (IEA, 2016). Una de las estrategias globales más utilizadas para suplir esta demanda es la implementación de mezclas de naftas con bioetanol en distintas proporciones. En este sentido, Argentina inicia en 2010 la mezcla de naftas con un 5% de bioetanol llegando a niveles del 12% en la actualidad. El bioetanol es producido en partes iguales por la industria azucarera y la industria del bioetanol a partir de granos de maíz (FAS-GAIN, 2016).

El cultivo de caña de azúcar es mundialmente reconocido como una de las materias primas más avanzadas para la bioenergía, cultivándose en regiones tropicales y subtropicales. El contenido energético es elevado respecto a otros cultivos, con un tercio de la energía total en forma de sacarosa en tallos, otro tercio en el bagazo y el último tercio en el residuo vegetal que queda en el campo después de la cosecha mecanizada. Los análisis del ciclo de vida indican que esta sería altamente competitiva con otros cultivos como materia prima para una industria basada en su biomasa (James, 2004).

La caña de azúcar es un cultivo de gran relevancia en Argentina, adquiriendo particular importancia en el noroeste del país (NOA) con una superficie cultivada de 390.000 ha, una producción de 17.872.000 t de caña y 1.950.000 t de azúcar, que se logran a través de 22 ingenios en producción (Centro Azucarero, 2017).
Otro cultivo de reconocido potencial bioenergético es el sorgo azucarado (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), que presenta una elevada productividad en ciclos cortos. Puede producirse en una gran variedad de ambientes, tanto en regiones tropicales y subtropicales como templadas, en tierras de mediana y baja aptitud agrícola, siendo apto para regiones con escasa pluviometría (Almodares and Hadi, 2009; Mazziotto, 2005). Se caracteriza por sus tallos con jugos ricos en azúcares, similares a los de la caña de azúcar y factibles de ser fermentados para la producción de bioetanol. Además, suministra bagazo y residuos de cosecha como subproductos fibrosos, útiles para su empleo directo como biocombustible sólido en la cogeneración de electricidad. Otro aspecto favorable a tener en cuenta es su elevado potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Romero *et al.*, 2012).
En 2006 la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (Tucumán, Argentina) inicia dentro de su Programa Bioenergía la evaluación de materiales genéticos de sorgo azucarado, seleccionando aquellos que evidencien una adecuada adaptación a las condiciones agroecológicas locales y cumplan con los requerimientos de la industria alcoholera, destacándose entre ellos el híbrido Argensil 165 bio (Argetenics Semillas S.A.). Además se desarrolló un paquete tecnológico para el adecuado manejo agronómico, contemplando las mejores alternativas para el manejo de malezas, sistema y diseño de siembra, cosecha mecanizada y alternativas para el manejo de la maduración (Romero *et al.*, 2013). Complementariamente, se estudió el proceso industrial y los ajustes necesarios para el aprovechamiento fabril de esta materia prima para la obtención de bioetanol.
En base a estos avances, sumado a una serie de factores favorables como son la similitud de sus procesos de producción, la posibilidad de una integración temporal (ampliando el período de producción bioenergética), integración espacial (utilizando áreas de baja aptitud agrícola), aprovechamiento de la infraestructura, maquinaria disponible y los aportes a la sustentabilidad, es que se define al sorgo azucarado como un cultivo complementario ideal para el cultivo de la caña de azúcar en la región NOA (Romero, 2010). Si bien no existe una producción significativa de bioetanol a partir de sorgo sacarino a nivel mundial, ya se registraron experiencias iniciales en India, China, Brasil y EEUU, siendo necesario emprender proyectos de investigación que permitan obtener nuevos desarrollos.
El estado, a través de su política referida a la producción sustentable de biocombustibles y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), subvenciona un número muy limitado de propuestas altamente innovadoras, competitivas y de alto impacto en el sector productivo de los biocombustibles. Es así que en 2013 es seleccionado para su ejecución el proyecto "**Biosorgo: producción comercial de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado, cultivo energético complementario de la caña de azúcar**", siendo el único en su tipo para la región NOA del país.

PROYECTO BIOSORGO

El objetivo de este proyecto es transferir a escala comercial, en sus facetas agrícola e industrial, la información experimental y comercial disponible en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), respecto de la producción y el procesamiento de sorgo azucarado para producir bioetanol a partir del jugo de sus tallos y cogenerar energía eléctrica derivada del residuo fibroso de su molienda (bagazo).
El proyecto se desarrolla en un período de 4 años y comprende las siguientes etapas: i) ajuste tecnológico, con la preselección de los materiales y la optimización del proceso fabril; ii) prueba comercial agrícola-industrial, que implica el monitoreo y ajuste de cosecha, molienda y transporte; iii) producción comercial a mediana escala, vinculada principalmente con el proceso de fermentación y destilación, y iv) producción comercial a gran escala, abarcando los mismos procesos mencionados anteriormente.
Para llevar adelante las distintas actividades previstas por el proyecto, se constituyó un consorcio buscando seguir el modelo asociativo público-privado. El mismo está integrado por dos empresas de Tucumán dedicadas a la comercialización de maquinaria agrícola (Zafra S.A.) y a la elaboración de azúcar y destilación de alcohol (Azucarera Juan M. Terán S.A) y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo

Colombres como institución tecnológica provincial. Cada integrante del consorcio cumple funciones específicas, coordinadas y complementarias que permiten lograr los objetivos propuestos.

RESULTADOS

Para cumplir con las etapas previstas, se realizaron siembras de sorgo azucarado en 11 localidades diferentes de la provincia de Tucumán durante el período comprendido entre los años 2013 a 2016. La mayoría de estas localidades están caracterizadas por suelos de limitada aptitud agrícola (suelos salinos y sódicos). La siembra se realizó mayormente durante el mes de enero (con extremos en diciembre y febrero), empleando el sistema de siembra directa con un diseño de dos líneas espaciadas a 0,52 cm y 1,56 cm entre el centro de estas líneas, logrando así una distribución muy similar al utilizado en caña de azúcar. Se realizó un manejo agronómico comercial que permitió controlar la competencia de malezas y el daño de plagas. El cultivo se realizó sin el agregado de fertilizantes ni riego suplementario.

En la tabla I se presentan los datos más relevantes respecto de la producción cultural en los tres primeros ciclos del proyecto. Para el cálculo del rendimiento cultural se consideraron los tallos molibles de sorgo, después de eliminar hojas, vainas y la porción apical del tallo.

Tabla I: superficie sembrada, superficie cosechable, rendimiento cultural promedio y rendimiento cultural máximo registrados en el periodo 2013-2016.

Ciclo	*Período*	*Superficie Sembrada (ha)*	*Superficie Cosechable (ha)*	*Rendimiento Cultural Promedio (t/ha)*	*Rendimiento Cultural Máximo (t/ha)*
1	2013/2014	387	198	22,4	44,3
2	2014/2015	263	213	28,1	40,1
3	2015/2016	305	157	19,9	26,4

Cabe destacar que se registró una disminución significativa del área sembrada en cada ciclo debido principalmente a la ocurrencia de condiciones de sequía y altas temperaturas registradas en el inicio del cultivo, afectando la emergencia y establecimiento del mismo. Además, se debe considerar que el efecto del stress hídrico es aún más severo en suelos de tipo salino y sódico. Otro factor adverso fue la ocurrencia de lluvias inmediatamente después de la siembra, ocasionando un encostramiento superficial del suelo y la consecuente falla en la emergencia de plántulas.

En la tabla II se presentan los valores de calidad fabril de la materia prima compuestos por el azúcar fermentecible total (AFT) expresado en porcentaje y por tonelada de sorgo, contenido de fibra de la materia prima y la producción de etanol estimada por tonelada de sorgo procesado.

Tabla II: azúcar fermentecible, contenido de fibra y producción estimada de etanol correspondientes al periodo 2013-2016.

Ciclo	*Período*	*AFT % sorgo*	*AFT [kg/t sorgo]*	*Fibra % sorgo*	*Etanol estimado l/t sorgo*
1	2013/2014	6,5	64,9	12,0	29,5
2	2014/2015	7,7	77,1	11,0	35,0
3	2015/2016	11,4	113,6	11,1	51,6

Como se observa en la tabla II, durante el primer y segundo ciclo no se alcanzaron valores óptimos en la acumulación de azucares en los tallos. Esto estaría asociado a las condiciones ambientales registradas durante la fase de maduración del cultivo, caracterizadas por un exceso de lluvias, humedad relativa, baja heliofanía y amplitud térmica. Esa situación, sumada a condiciones edáficas inadecuadas para la circulación de las cosechadoras integrales de caña de azúcar, ocasionaron demoras en la fecha óptima de cosecha (primera quincena de mayo). La cosecha se concretó durante los meses de junio y julio en los diferentes ciclos.

Se efectuaron experiencias de molienda, determinando los ajustes necesarios para mejorar la eficiencia del proceso fabril y quema de bagazo para la generación de vapor con un poder calorífico y contenido de cenizas muy similar al bagazo de caña de azúcar. El jugo obtenido fue clarificado, fermentado y destilado adecuadamente como jugo puro de sorgo y como mezclas con melaza de caña de azúcar, obteniendo rendimientos similares a los logrados con productos azucarados derivados de la caña de azúcar.
Adicionalmente, se estimó el perfil ambiental de la etapa de producción agrícola de sorgo azucarado, empleando como herramienta el Análisis de Ciclo de Vida. El análisis realizado reflejó que la mayor contribución al impacto ambiental fue debido a la producción del combustible diesel utilizado en las diferentes labores y por el empleo de glifosato como herbicida. Por otro lado, en la categoría cambio climático, existe un impacto ambiental positivo debido a la absorción de CO_2 por la actividad fotosintética durante el crecimiento del sorgo (Garolera de Nucci *et al*, 2016).

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos, se confirmó la aptitud del sorgo azucarado como cultivo energético para las condiciones agroecológicas de la región NOA, con niveles de rendimiento cultural y alcohólico promisorios. La posibilidad de completar el ciclo productivo, tanto en su fase agrícola como industrial, reafirmó la complementariedad de este cultivo con el de caña de azúcar. Al realizar experiencias en escala comercial, se lograron identificar las principales áreas susceptibles de mejoras. Se destacan entre ellas la necesidad de una adecuada coordinación de la etapa agrícola con las actividades de reparación y puesta a punto de los ingenios previo a la zafra de caña de azúcar, desarrollar un esquema comercial transparente para una nueva materia prima y la necesidad de sostener programas de mejoramiento genético específico en este cultivo que permitan disponer de materiales genéticos con mejoras en su adaptación ambiental, mayor nivel de acumulación de azucares y con adecuada respuesta a diferentes épocas de siembra.

REFERENCIAS

1. BP Statistical Review of World Energy 2015. Consulta del 10 de marzo de 2017 de http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html
2. Romero, E. R.; Cárdenas, G. J.; Ruiz, M.; Casen, S.; Fernández González, P.; Sánchez Ducca, A.; Zossi, B. S.; De Boeck, G.; Gusils, C.; Tonatto, J.; Medina, M.; Caro, R.; Scandaliaris, J. 2012. Integración del sorgo azucarado a la cadena de aprovechamiento bioenergético de la caña de azúcar en Tucumán, R. Argentina. Avance Agroindustrial. Vol. 33, nº 1, pp:13-17.
3. Ministerio de Energía y Minería - Presidencia de la Nación. Balance Energético Nacional de la República Argentina, año 2015. Consulta del 10 de marzo de 2017 de http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366
4. International Energy Agency, World Energy Outlook 2016, Consulta del 5 de marzo de 2017 de http://www.iea.org/bookshop/720-World_Energy_Outlook_2016
5. Foreign Agricultural Service – Global Agricultural Information Network.. Argentina Biofuels Annual. 2016. USDA.
6. James, G. (2004). Sugarcane, 2nd Edition. Reino Unido: Blackwell Science.
7. Zafra Azucarera 2016, Centro Azucarero Argentino. Consultado el 3 de marzo de 2017 de http://www.centroazucarero.com.ar/zafras/zafra2016.html
8. Almodares, A. and M. R. Hadi. 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. Afr. J. Agric. Res. 4 (9): 772-780.
9. Mazziotto, J. 2005. Agroecología y biocombustibles, herramientas para el desarrollo. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
10. Romero, E. R.Biosorgo. Apuntes del camino. 2010. Avance Agroind. 34 (2): 29–31.
11. Garolera De Nucci, P., J.Tonatto,M. E. IñigoMartinez, G. De Boeck, E. Romero y G. Cárdenas. 2016. Perfil ambiental del sorgo azucarado en Tucumán. Perspectivas de su integración con la caña de azúcar. V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2016.

BIOPRODUCTOS

COMPORTAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS FITOMAS-E
SUGAR CANE (*Saccharum spp*) BEHAVIOR TO APLICATION DIFERENT DOSES OF FITOMAS-E

Gallego, R.[1]*; de León, M.[1]; Zuaznábar, R[1]
[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.
gallego@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de la caña de azúcar ante la aplicación de tres dosis de FitoMas-E (2, 3 y 4 L ha^{-1}), solo y combinado con fertilización mineral (NPK). Para estudiar el efecto de las dosis de FitoMas-E en el rendimiento agrícola se utilizaron y compararon entre sí tres vías biométricas. Los resultados provienen del procesamiento de 12 experimentos de campo con 36 cosechas, en suelos Ferralítico Rojo típico, Ferralítico Rojo compactado, Pardo Ócrico y Pardo Cálcico, pertenecientes a las provincias Mayabeque y Matanzas, plantados con los cultivares C86-12, C86-56, C87-51 y C323-68, durante el período 2008-2012. El mejor efecto en el rendimiento agrícola se alcanzó con la dosis de 3 L ha^{-1} de FitoMas-E en combinación con la fertilización mineral recomendada para cada sitio. Las plantas tratadas con el fitoestimulante no mostraron efecto en el contenido azucarero.
PALABRAS CLAVES: Caña de azúcar, FitoMas-E, dosis y rendimiento agrícola

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the sugarcane behavior in front of three application doses of FitoMas-E (2, 3 and 4 L ha^{-1}), alone and combined with mineral fertilizer (NPK). In order to study the effect of FitoMas-E doses in the agricultural yield were used and compared between themself three biometric routes. Results are from the processing of 12 farm experiments with 36 harvest, at Ferralítico Rojo típico soil, Ferralítico Rojo compactado, Pardo Ócrico and Pardo Cálcico, at Mayabeque and Matanzas provinces, planted with the varieties C86-12, C86-56, C87-51 and C323-68, during the period 2008-2012. The best effect in the agricultural yield was get with the 3 L ha^{-1} doses of FitoMas-E in combination with the mineral fertilization recommended for each place. The plants treated with FitoMas-E did not show effect in the sugar contents.
KEY WORDS: Sugar cane, FitoMas-E, dose and agricultural performance.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de productos que ayuden a mantener el equilibrio en el entorno, se desarrolló por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) el FitoMas-E, a partir de subproductos de la industria azucarera, con marcadas propiedades antiestrés (1), elaborado con sustancias bioquímicas de alta energía, propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos (2).
Informes que precedieron al presente estudio mostraron con frecuencia que a un aumento de la dosis de FitoMas-E aplicada al cultivo de la caña de azúcar, correspondía un incremento en los componentes del rendimiento agrícola (3). Se infirió así un resultado positivo del uso de este producto, comenzó a utilizarse y su uso se generalizó en la agricultura cañera, los agricultores cañeros para garantizar un efecto que no siempre encontraron, aumentaron de manera progresiva, por su cuenta y sin respaldo científico, la dosis de FitoMas-E.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en 12 experimentos de campo en condiciones de secano, se utilizó un diseño en bloques al azar con 12 tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas de 48 m^2, se conformaron por cuatro hileras de 7,5 m de longitud, separadas a 1,60 m. A todos los experimentos se les realizaron tres cosechas correspondientes a las cepas: caña planta, primer retoño y segundo retoño.

Para la fertilización mineral (NPK) se utilizó la recomendación del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para cada sitio experimental. El FitoMas-E se asperjó 60 días después de la plantación o de la cosecha, con una asperjadora manual de 16 L de capacidad, calibrada para aplicar las dosis correspondientes por tratamientos, a una presión de trabajo de 1 kg cm^{-2}, con boquillas del tipo abanico plano uniforme (03F80 roja) con 1,12 L min^{-1} de gasto y una solución final de 200 L ha^{-1}.

Evaluaciones realizadas una semana antes de la cosecha

- Pol en jugo (en %). Por polarimetría, en jugo extraído en el molino del laboratorio. Las muestras de tallos se tomaron en un metro de las dos hileras centrales de cada parcela.
- Pol en caña (en %). Se utilizó la tabla de Hoarau, según (4), en las muestras utilizadas para la determinación del porcentaje de pol en jugo.

El rendimiento agrícola (t ha^{-1}), se obtuvo mediante determinación directa de la masa de los tallos correspondientes a cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzadora.

Organización y tratamiento de los datos

Se utilizaron tres vías biométricas para la evaluación del efecto de las aplicaciones de FitoMas-E en el rendimiento agrícola y se compararon los resultados obtenidos por cada una de ellas.

a. Análisis de varianza y pruebas de comparación de medias

A todos los experimentos que se ajustaron a la distribución normal, se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble con arreglo factorial (ANOVA) y de comparación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (5)

b. Modelo cuadrático

Para cada experimento se modeló la respuesta de la caña de azúcar ante los diferentes tratamientos mediante la siguiente expresión:

$$Re = b_0 + b_1*fe + b_2*fe^2 + b_3*fi + b_4*fi^2 + b_5*fe*fi$$

Para determinar las dosis «óptimas» de FitoMas-E se utilizaron, en cada experimento, derivadas parciales de la ecuación anterior, y se igualaron a cero.

c. Modelo discontinuo rectilíneo

La Figura 1 muestra esquemáticamente el modelo utilizado.

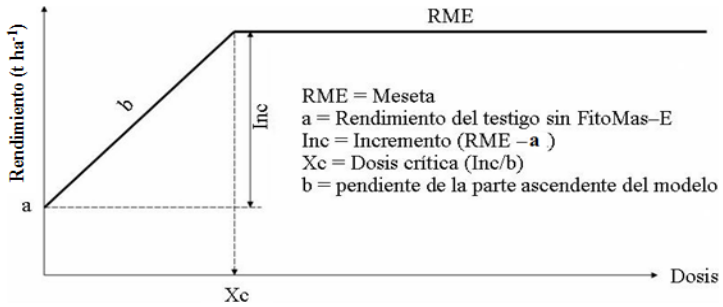


Figura 1. Modelo discontinuo rectilíneo

Paquetes estadísticos utilizados

Excepto en el caso del modelo discontinuo rectilíneo (en el que se usó Excel de Microsoft), los paquetes estadísticos utilizados fueron: *Statgraphics* 5.1, 6.0 y *Statistical Package for the Social Science SPSS 13.0. (6)*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza y pruebas de comparación de medias

La frecuencia de respuesta del rendimiento agrícola de la caña de azúcar ante la aplicación del fitoestimulante fue mayor con fertilizantes, que cuando se aplicó el FitoMas-E solo (Cuadro I).

Cuadro I. Resultados de los análisis de varianzas y pruebas de comparación de medias

Conceptos		Sin fertilizantes				Con fertilizantes			
		CP	PR	SR	Total	CP	PR	SR	Total
Cosechas realizadas		12	12	12	36	12	12	12	36
Cosechas con distribución normal		12	9	12	33	9	12	12	33
Cosechas con respuesta		2	3	4	9	5	7	10	22
Porcentaje de respuesta[1]		17	33	33	27	56	58	83	67
Cosechas donde 2 L ha^{-1} fue mejor dosis	Cantidad	1	0	0	1	1	2	5	8
	Porcentaje[2]	11	0	0	11	5	9	22	36
Cosechas donde 3 L ha^{-1} fue mejor dosis	Cantidad	0	2	3	5	4	4	4	12
	Porcentaje[2]	0	22	33	55	18	18	18	54
Cosechas donde 4 L ha^{-1} fue mejor dosis	Cantidad	1	1	1	3	0	1	1	2
	Porcentaje[2]	11	11	11	33	0	5	5	10

Notas: [1] *Porcentaje = (Cosechas con respuesta/Cosechas con distribución normal en cada cepa)100*

[2] *Porcentaje = (Cosechas donde la dosis fue mejor/Total de cosechas con respuesta)100*

La dosis de 3 L ha^{-1} fue la mejor en 54 % de los casos, seguida de la dosis de 2 L ha^{-1} (en 36 % de los casos). La respuesta en rendimiento agrícola a las aplicaciones de FitoMas-E fue mayor con el incremento del número de cosechas (Cuadro II).

Cuadro II. Frecuencia de respuesta del rendimiento por cepas ante la aplicación de FitoMas-E

Condición	Caña planta	Primer retoño	Segundo retoño	Total
	Frecuencia de respuesta (%)			
Sin fertilizantes	22	33	45	100
Con fertilizantes	23	32	45	100

Predicción de dosis de FitoMas-E mediante un modelo cuadrático

La utilización de este modelo mostró una dificultad insuperable, que impide la utilización de los resultados por él alcanzados, las dosis quedaron fuera del rango estudiado (resultaron mayores que 4 L ha^{-1}).

Predicción de dosis de FitoMas-E mediante un modelo discontinuo rectilíneo

Los resultados muestran que la dosis de FitoMas-E debe ser mayor que 2,0 y menor que 3,25 L ha^{-1}, con mayor frecuencia en el entorno entre 2,5 y 3,0 L ha^{-1} (ver Figura 2), por lo que ante la alternativa de utilizar una dosis única existen suficientes elementos técnicos para pasar en áreas de producción del empleo de dosis de 2 L ha^{-1} a 3 L ha^{-1}.

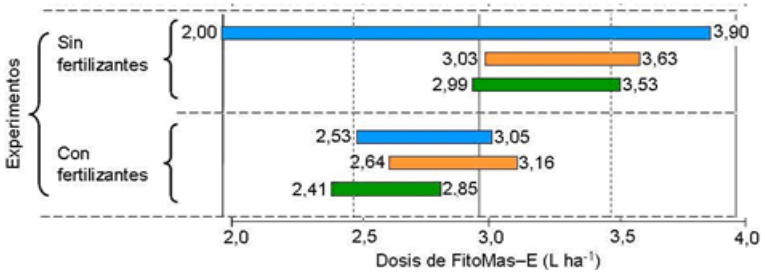


Figura 2. Intervalos en los que se manifestaron las dosis de FitoMas-E sin y con fertilizantes minerales

Resultados obtenidos por las vías biométricas utilizadas

Las tres vías biométricas utilizadas indicaron la aplicación de dosis de FitoMas-E mayores que la actualmente recomendada (2 L ha^{-1}) en el Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar (7).

Con la utilización del modelo cuadrático las dosis correspondientes al rendimiento agrícola máximo, superaron la mayor dosis estudiada (4 L ha^{-1}), por lo que al ubicarse en el sector del eje de las abscisas no estudiado, no deben ser recomendadas.

Tanto con el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de rango múltiple, como con el modelo discontinuo rectilíneo, las dosis de FitoMas-E se encontraron en el intervalo ≥ 2 y < 4 L ha^{-1}.

El resultado con mayor definición fue el obtenido a través del modelo discontinuo rectilíneo, aunque fue necesario decidir a partir de un intervalo, para seleccionar una dosis única para cualquier circunstancia de suelo y cepa.

Respuesta del porcentaje de pol en caña ante la aplicación de FitoMas-E

El análisis de varianza bifactorial, donde se estudió el efecto del FitoMas-E y las cepas en el porcentaje de pol en caña, no mostró diferencias significativas para las dosis de FitoMas-E, ni para la interacción FitoMas-E*Cepa en ninguno de los experimentos.

De los resultados mostrados se deduce que la dosis de FitoMás-E no es factor que define los porcentajes de pol en caña, resultados que coinciden con los obtenidos por (3 y 8), quienes no informaron efecto en este indicador con el uso de FitoMas-E y Vitazyme, respectivamente.

CONCLUSIONES

1. Las tres vías biométricas utilizadas para evaluar el efecto del FitoMas-E en el rendimiento agrícola de la caña de azúcar, muestran la necesidad de aplicar dosis mayores a la recomendada en la actualidad. Los mejores resultados biológicos se obtuvieron con la dosis de 3 L ha^{-1} de FitoMas-E, aplicado 60 días después de la plantación o la cosecha.
2. La frecuencia de respuesta del rendimiento agrícola de la caña de azúcar ante la aplicación de FitoMas-E, se incrementa en combinación con la fertilización mineral recomendada para cada sitio y con el número de cosechas.
3. El FitoMas-E aplicado a la caña de azúcar con dosis de 2, 3 y 4 L ha^{-1}, 60 días después de la plantación o de la cosecha, no muestra efecto en el porcentaje de pol en caña.

REFERENCIAS

1. Villar, J., Montano, R., García, T., García, D., Zuaznábar, R. Efectos del bionutriente FitoMas-E con y sin fertilización convencional. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2011. 45 (3): p. 24-29.
2. Montano, R., Zuaznábar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2007. 41 (3): p.14-21.
3. Mayor, J. L. Respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum spp*.) ante la aplicación de un fitoestimulante de producción nacional. Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en Ciencias en Nutrición de las Plantas. Universidad Agraria de La Habana. 2009, 76 pp.
4. Pérez, F. H. y Fernández, F. Métodos analíticos para azúcar crudo. Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ). Ministerio del Azúcar. 2006. p. 37-71.
5. Duncan, D. B. Multiple ranges and multiple F test. Biometric. 1965. (11): p. 41-42.
6. Statistical graphics corp. Statgraphics Plus. Versión 5.1. Paquete estadístico. 2001.
7. INICA. Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Ed. IRE PRODUCTION. Tercera edición, ISBN: 978-959-300-036-9, 2014. 302 pp.
8. García, I. Programa Integral de Manejo Agronómico. ETICA Villa Clara. Informe interno. INICA, 2004. 49 pp.

EFECTO DEL FITOMAS SOBRE EL ENRAIZAMIENTO *IN VITRO* DE *SACCHARUM* SPP.

EFFECT OF PHYTOMAS ON THE *IN VITRO* ROOTING OF *SACCHARUM* SPP.

Carlos Fernando Reyes Esquirol[1*], Pablo Machado Armas[1], Aydiloide Bernal Villegas[1], Zenaida Occeguera Águila[1], Rafael Gómez-Kosky, Félix R. Díaz Mujica[1], Osmany Adayíaz[1] y Ana Rosa Hernández Freire[1].
*Autor para correspondencia.

[1] Estación Territorial de Investigaciones de la caña de azúcar Villa Clara Centro. Km 246 de la Autopista Nacional. Ranchuelo, Villa Clara. Cuba. CP 53 100.
e-mail: carlos.reyes@inicavc.azcuca.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del FitoMas-E sobre el enraizamiento *in vitro* de los cultivares de caña de azúcar CP52-43, C87-51 y C1051-73. A los 15 días de cultivo se cuantificó el número de brotes con raíces emitidas, altura, número de hojas activas y longitud de las raíces. Posteriormente, las plantas fueron transferida a la fase de aclimatización y a los 45 días del trasplante se cuantificó el número de plantas *in vitro* con cepellón, altura del tallo, número de hojas activas y raíces por planta. Los resultados obtenidos con el FitoMas-E y el AIA sobre el número de brotes *in vitro* con raíces fueron similares y en la fase de aclimatización las plantas *in vitro* aclimatizadas alcanzaron los parámetros de calidad exigidos para su comercialización. Entre cultivares se encontró diferencias significativas en ambas fases y el mejor resultado se alcanzó con 1.0 ml l^{-1} de FitoMas-E.

PALABRAS CLAVE: FitoMas-E, caña de azúcar, enraizamiento *in vitro*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of FitoMas-E on the in vitro rooting of sugarcane cultivars CP52-43, C87-51 and C1051-73. At 15 days of cultivation the number of shoots with roots emitted, height, number of active leaves and length of roots were quantified. The plants were then transferred to the acclimatization phase and the number of in vitro plants with root ball, stem height, number of active leaves and roots per plant were quantified at 45 days after transplant. The results obtained with FitoMas-E and AIA on the number of shoots in vitro with roots were similar and in the acclimatization phase the acclimatized in vitro plants reached the quality parameters required for commercialization. Between cultivars significant differences were found in both phases and the best result was reached with 1.0 ml l-1 of FitoMas-E.

KEY WORDS: FitoMas-E, sugarcane*, in vitro* rooting

INTRODUCCIÓN

El FitoMas-E tiene entre sus principales componentes los aminoácidos, entre los que se encuentran la prolina, la glicina, el ácido glutámico y el triptófano, este último es precursor del ácido indolacético (AIA), regulador del crecimiento que interviene en el proceso de enraizamiento de las plantas.
En la biofábrica de propagación *in vitro* de caña de azúcar se prueban diferentes alternativas para mejorar la uniformidad en el enraizamiento de los brotes *in vitro* de este cultivo. En estudios realizados con el cultivar de caña de azúcar C95-414 en la fase de enraizamiento *in vitro* el que se probó el FitoMas-E como agente enraisador Reyes *et al*., (2014) informaron que este bioestimulante logró un número de brotes enraizados, altura del brotes y número de hojas activas, significativamente superiores a los obtenidos con el AIA con la

aplicación al medio de cultivo un 1.0 ml l^{-1} de este bioestimulante, pero los cultivares de caña de azúcar al igual que otros cultivos no responden igual en el cultivo *in vitro.*
Teniendo en cuenta la problemática expuesta se propone como objetivo del trabajo determinar el efecto de tres concentraciones de FitoMas-E sobre el enraizamiento *in vitro* de los cultivares de caña de azúcar CP52-43, C87-51 y C1051-73 y su comportamiento en la fase de aclimatización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la biofábrica, ubicada en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Villa Clara- Centro, Km 246 de la Autopista Nacional Ranchuelo. Villa Clara. Cuba.
Se utilizaron brotes *in vitro* de 2-4 cm de los cultivares de caña de azúcar CP52-43, C87-51 y C1051-73 obtenidos en el octavo subcultivo de multiplicación según metodología propuesta por Jiménez (1997).

El medio de cultivo de enraizamiento en estado líquido estuvo compuesto por las sales, (MS) al 100%, enriquecidas con 50 mg l^{-1} de ácido cítrico, 40 g l^{-1} de sacarosa, y 1.3 mg l^{-1} de AIA, el pH fue ajustado a 5.8 y se mantuvo a temperatura de ebullición durante cuatro minutos para su esterilización.

Los brotes *in vitro* se colocaron en cámara de crecimiento a una temperatura entre 26-28 ^{o}C y la densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos fue de 17.1 a 64.6 μ moles.m^{-2}.s^{-1}. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cinco repeticiones para cada cultivar, tres concentraciones de FitoMas-E (0.5, 1.0, 1.5 ml l^{-1}) y un control (1.3 mg l^{-1} de AIA). La densidad de inóculo fue de 15 brotes *in vitro* en frascos con 90 ml de medio de cultivo cada uno. A los 15 días, cuando terminó el tiempo programado para esta fase del proceso, se cuantificó el número de brotes con raíces emitidas y se seleccionaron 15 brotes por tratamiento en cada cultivar, a los que se les evaluó, altura de tallo (desde la base hasta el cuello de la hoja +1), longitud de la raíz y el número de hojas activas.

Los brotes que no fueron escogidos en la selección al azar, pasaron a la fase de aclimatización en umbráculo cubierta con una malla sombra que permite la reducción al 50% de la intensidad luminosa, se trasplantaron a bandejas plásticas de 60 alveolos con capacidad cada uno para 143 cm^{-3} de sustrato. Cada bandeja significó un tratamiento en cada cultivar. Se utilizó como sustrato compost a partir de cachaza al que se le añadió zeolita en proporción de 3:1v/v. Durante la estancia de las plantas *in vitro* en esta fase fueron atendidas según metodologís propuesta por Jiménez (1997. A los 15 días del trasplante se realizó una evaluación de supervivencia y a los 45 días de cultivo, cuando terminó el proceso de aclimatización, se seleccionaron 20 individuos de cada cultivar por tratamiento y se evaluó: la altura del tallo (desde la base hasta el cuello de la hoja +1), número de hojas activas, longitud de la raíz, número de raíces y formación del cepellón.

Los datos, en ambas fases, se sometieron a un análisis de varianza factorial previa comparación de la normalidad y homogeneidad de varianza, cuando hubo diferencias significativas entre las medias se compararon por la prueba Tukey, para $p \leq 0.05$. El paquete estadístico utilizado fue el InfoStat 2008 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de brotes con raíces emitidas, fue similar entre el FitoMas-E y el AIA en los tres cultivares. La altura del brote, el número de hojas activas y la longitud de la raíz en los cultivares C87-51 y C1051-73 alcanzaron valores significativamente superiores al control con 1.0 ml l^{-1} de FitoMas-E. En CP52-43 los valores de estas variables fueron similares al control con la aplicación de las concentraciones de FitoMas-E, con la excepción de la altura del brote cuando al medio de cultivo se le añadió 1.5 ml l^{-1} del bioestimulante. Donde alcanzó valores inferiores al control (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto del FitoMas-E sobre las principales variables morfológicas a los 15 días de cultivo en la fase de enraizamiento.

Tratamientos	Cultivares	BR (%)	AB (cm)	NHA	LR
1.3mg l^{-1} de AIA	CP52-43	96.5 abc	4.11 cd	3.3 ab	1.35 ef
	C87-51	100 a	3.85 de	3.0 bc	2.33 c
	C1051-73	75.8 bcd	3.46 e	2.5 c	1.91 d
0.5 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	97.4 ab	4.43 bc	3.1 b	1.27 f
	C87-51	98.6 ab	4.35 bcd	2.9 bc	2.42 c
	C1051-73	84.0 abcd	4.35 bcd	3.0 bc	2.75 de
1.0 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	98.6 ab	4.53 bc	3.4 ab	1.40 ef
	C87-51	100 a	5.47 a	3.7 a	2.75 ab
	C1051-73	9.6 d	4.16 bcd	3.1 b	2.75 ab
1.5 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	95.6 abc	2.8 f	3.1 b	1.39 ef
	C87-51	95.8 abc	4.69 b	2.9 bc	2.61 bc
	C1051-73	73.4 cd	4.11 cd	3.0 bc	2.97 a
EE		90 ± 2.2	4.19 ± 0.8	3 ± 0.23	3 ± 0.23
C V		11.7	10.6	13	13

Medias con letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) según prueba de Tukey

Leyenda: BR = Brotes enraizados NHA = Número de hojas activas
AB =Altura del brote LR = Longitud de la raíz

Resultados similares fueron obtenidos en estudios realizados con diferentes concentraciones de FitoMas-E en el enraizamiento *in vitro* del cultivar de caña de azúcar C95-414 por Reyes *et al*., (2014), donde se logró un número de brotes enraizados superior a los obtenidos con el AIA con una concentración 1.0ml l^{-1} de este bioestimulante lo mismo ocurrió con la altura del brote y la longitud de la hoja +1.
La respuesta de estos cultivares en el enraizamiento de los brotes *in vitro* y el desarrollo de los mismos con el FitoMas-E como sustancia enraizadora debe ser producto de la composición química del bioestimulante, en el se encuentran entre sus principales componentes los aminoácidos que influyen en el metabolismo de las plantas, entre ellos, la prolina, la glicina, el ácido glutámico y el triptófano, este último es precursor del ácido indolacético (AIA), regulador del crecimiento que interviene en el proceso de enraizamiento de las plantas (Viñals *et al*., 2011).

En la fase de aclimatización la mayor altura con relación al AIA se alcanzó con 1.5 ml l^{-1} de FitoMas-E en CP52-43. En C87-51 el FitoMas–E logró altura de las plantas *in vitro* superiores al control. En el cultivar C1051-73 con 1.0 y 1.5 ml l^{-1} de FitoMas-E se logró altura de las plantas *in vitro* significativamente superiores al AIA. El número de hojas activas en los tres cultivares fue similar entre el FitoMas-E y el AIA, aunque entre cultivares si se encontraron diferencias significativas (Tabla 2).

Tabla 2 Variables morfológicas de las plantas *in vitro* que fueron enraizadas con FitoMas-E evaluadas 45 días después del trasplante a la fase de aclimatización.

Tratamientos	Cultivares	AP	NR	LR	N HA
1.3mg l^{-1} de AIA	CP52-43	11.51 e	9.20 cd	12.41 cd	4.75 ab
	C87-51	14.67 bc	8.85 d	13.37 bc	4.30 c
	C1051-73	14.10 cd	10.2 abcd	11.49 d	4.75 ab
0.5 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	11.62 e	10.5 abc	13.45 bc	5.00 a
	C87-51	16.66 a	10.8 ab	13.88 ab	4.65 abc
	C1051-73	12.87 de	10.2 abcd	11.83 d	4.55 bc
1.0 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	12.61 de	10.6 abc	13.38 bc	5.00 a
	C87-51	16.81 a	10.7 abc	13.22 bc	4.70 abc
	C1051-73	16.24 ab	11.0 a	14.68 a	4.70 abc
1.5 ml l^{-1} de FitoMas-E	CP52-43	13.36 cd	11.0 a	13.05 bc	5.00 a
	C87-51	16.30 a	9.45 bcd	13.18 bc	4.55 bc
	C1051-73	16.36 a	10.7 abc	13.25 bc	4.70 abc
EE		14.4± 1.5	10.3± 1	1.01± 1.5	4.7± 0.2
CV		10.47	14.84	8.59	8.96

Medias con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey para $p \leq 0.05$.
Leyenda: AP= Altura de la planta *in vitro* NR= Número de raíces
LR= Longitud de la Raíz NHA= Número de hojas activas

El número y longitud de las raíces en esta fase aunque presentó diferencias entre los tratamientos y cultivares hay que tener en cuenta que las plantas *in vitro* producto de su adaptación desarrollan nuevas raíces. Las plantas *in vitro*, logránron los parámetros de calidad exigidos para su comercialización según se describen en requisitos de calidad para plantas *in vitro* de caña de azúcar (Hernández *et al*., 2014).

CONCLUSIONES

El FitoMas-E logró un enraizamiento de los brotes de las plantas *in vitro* similar al obtenido con el AIA y una altura del tallo y número de hojas activas adecuadas para su trasplante a la fase de aclimatización. La mejor concentración de FitoMas-E para los tres cultivares fue 1.0 ml l^{-1} en el medio de cultivo de enraizamiento. En la fase de aclimatización las plantas *in vitro* enraizadas con el FitoMas-E alcanzaron los parámetros de calidad requeridos para su comercialización.

REFERENCIAS

1. Reyes C, Jiménez M, Bernal A, Montes de Oca JL, García JR (2014) Enraizamiento *in vitro* posterior aclimatación del cultivar de caña de azúcar C95-414 con el bioestimulante cubano Fitomas–E. Centro Agrícola, 41(4):39-43; julio-septiembre, 2014 ISSN 2072- 2001.
2. Jiménez E, García L, Suárez M, Alvarado Y (1997) Instructivo técnico para la micropropagación de la caña de azúcar. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central de las Villas Marta Abreu Santa Clara. 1997, 119p.
3. InfoStat (2008). InfoStat, Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina, versión 2008. 334 p. www.fca.proed.unc.edu.ar/mod/book/view.php?id=3425&chapterid ISBN, 9875911100.
4. Viñals M, García A, Montano R L, Villar JC, García T, Ramil M (2011) Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar, vol.45, no. (septiembre – diciembre) pp 23.
5. Hernández AR, Machado C, Occeguera Z, Reyes CF, Bernal A, Delgado I, Más R (2014) Requisitos de calidad para vitroplantas de caña de azúcar. Centro Agrícola, 41(4):39-43; julio-septiembre. cagricola.uclv.edu.cu/./125

FITOMAS & ENERPLANT. UNA NUEVA FORMULACIÓN

FITOMAS & ENERPLANT. A NEW FORMULATION

Santana, I.
Biotec S.A de C.V, México.
*Ignacio1106@gmail.com

RESUMEN

La combinación de los fitoestimulantes Enerplant y Fitomás-E, en cultivares de caña de azúcar, ha demostrado una respuesta consistente en el incremento del rendimiento agrícola, basado en la composición química de cada uno de ellos por separado, que al mezclarse produce un efecto superior al de cada uno de ellos por separado. Por lo que se recomienda como una nueva formulación.
Palabras clave: Fitoestimulantes, Enerplant, Fitomás-E , caña de azúcar.

ABSTRACT

Combination of fitostimulatnts Enerplant and Fitomás-E in sugarcane varieties has shown a response consisting in increase of agricultural performance based on chemical composition of each one of them separately, that when they are mixed give a higher effect than their action by separate. Therefore is recommended to be userd as new formulation.

Key words: Phytostimulants, Enerplant, Fitomás-E, sugarcane

INTRODUCION

Los fitoestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y/ o fisiológicas de las plantas. Facilitan la disponibilidad del material de síntesis, estimula la fotosíntesis y la actividad de las hormonas, asegurando una mejor expresión del potencial de crecimiento, además de ser reactivadores enzimático.(Cote y Hahn, 1994; Bakkers*et al*., 1999; Alban y Franz, 2001; Shibuya y Minami, 2001)
Son moléculas de muy amplia estructura que pueden estar compuestos a base de hormonas o extractos vegetales metabólicamente activo, como aminoácidos y ácidos orgánicos.
Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento de los cultivos y rendimiento de las plantas, así como sobre llevar los periodos de estrés.(Salisbury y Ross, 1994; Jankiewicz, 2003)

MATERIALES Y MÉTODOS

Enerplant: Es un oligosacárido del tipo de los oligogaraturonicos correspondiente a los olígomeros más activo (10-12) que constituye un ELICITOR que activa el mecanismo de auxinas –citoquinas en las plantas.
Modula el crecimiento y desarrollo vegetal a muy bajas concentraciones a niveles inferiores a 100 veces para desencadenar este efecto ELICITOR.
Son oligosacáridos de diferente tipo, los cuales, al aplicarse a las plantas de múltiples cultivos agrícolas, actúan como bioestimulante del crecimiento y desarrollo vegetal y como inductores de resistencia sistémica, además de incrementar significativamente la calidad y el rendimiento

de los cultivos hasta un 40 % dependiendo del cultivo. Los oligogalacturónidos de mayor efecto son los olígomeros con residuos de 10 a 12 ácidos galacturonicos. Martínez (2008)Según hemos reportado el ***Enerplant***

La estructura de los olígomeros

Donde n es 8 para el caso del oligogalacturónidos DP10 que es el activo
Dentro del producto debe tener otros oligogaraturonicos de 9, 8 y 7. Además, como impureza la sacarosa, glucosa y fructosa.

FITOMAS

Estimulantes de Crecimiento Agrícola
A) Ingrediente Activo 20%

Hidrolizado de biomasa inactiva de Cultivos Mixtos de Microorganismos.

CONTIENE: L-aminoácidos libres, péptidos, aminas, purinas, mananoproteinas, B-Glucanos, polisacáridos, vitaminas
Macronutrientes:

Nitrógeno total ------	5.00-6.00 % p/p	
Fósforo total----------		
P_2O_5	2.3-2.7	% p/p
Potasio total----------		
K_2O	4.5-5.5	% p/p

RECORDATORIO

HORMONAS: Son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona donde actúa algún proceso fisiológico. Las estimuladoras del crecimiento son básicamente tres: Auxinas, Citoquininas y Giberelinas.

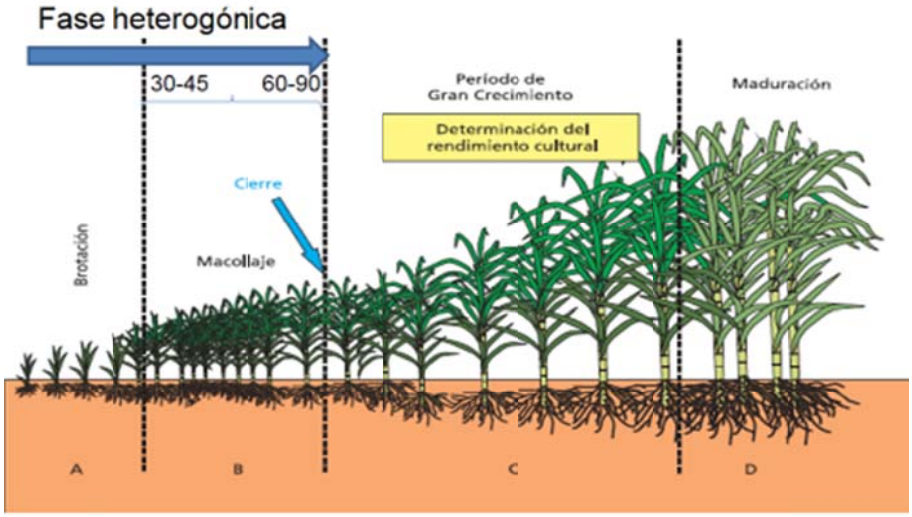
a) **Auxinas: (**IAA, IBA, ANA). Su uso es muy variado, desde la estimulación del enraizamiento pasando por la dominancia apical.
b) **Giberelinas:**(AG).Es sintetizado prácticamente en todas las partes de planta, especialmente en las hojas jóvenes, principalmente en el crecimiento.
c) **Citoquininas:**(K, 6BAP). Son hormonas que activan la Div. Celular y regulan la diferenciación, principalmente en tejido joven

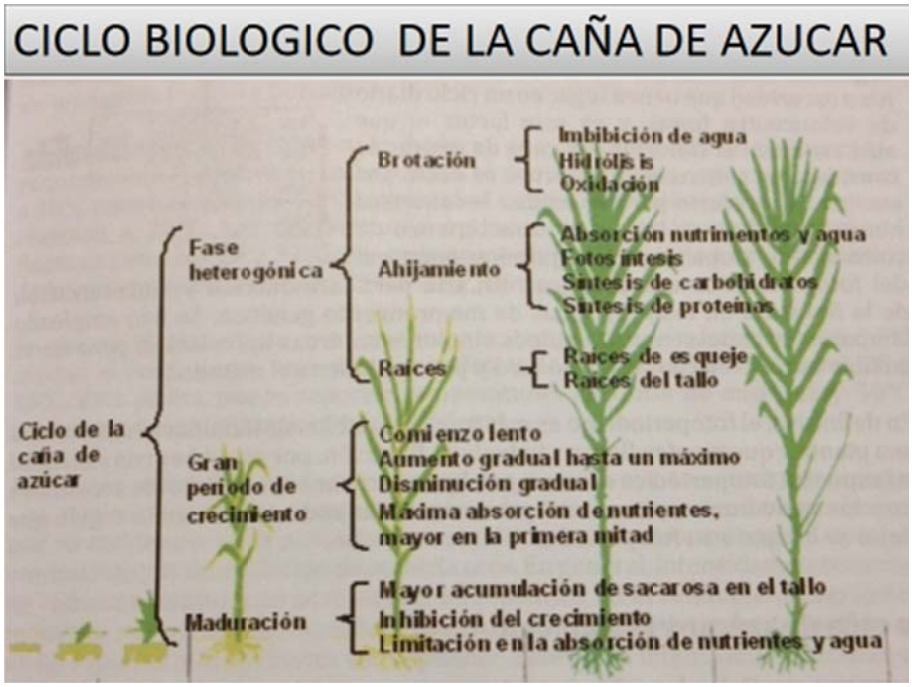
Aminoácidos (aa): Son moléculas ricas en nitrógeno y constituyen unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como las vitaminas.
Al ser aplicado en forma foliar son asimilado y trasportado rápidamente y la planta no tiene que sintetízalo, ahorrando energía. De ahí su importancia como ante estrés.

a) **Aminoácidos totales:** Representa a la suma de los **aa** que se encuentran de formas libre y los que están en forma de péptidos y proteínas.

b) **Aminoácidos Libres:** No están ligados a ningún otro **aa** al tener bajo peso molecular, por lo que la planta lo podrá absorber más rápido. Son promotores del crecimiento.
c) **Péptidos:** Cuando dos o más aa están unidos entre sí. Mientras mayor sea el péptido más difícil de asimilar por la planta.
d) **Proteínas:** Tienen funciones estructurales, metabólicas, de reserva de **aa** y otras funciones donde intervienen los **aa**. Solo lo L-aminoácidos son asimilados por las plantas.

MOMENTO DE APLICACION





CONCLUSIONES

- Intensifica la actividad del sistema suelo-planta.
- Aumenta la eficiencia de la fotosíntesis, con lo que las plantas fijan más C del aire.
- Compuestos energéticos producidos en las hojas que llegan al sistema radical, donde, contribuyen a su crecimiento, aumentando la capacidad absorción de nutrientes
- Favorecen en el suelo el desarrollo de microorganismos (bacterias, algas, hongos, protozoarios, actinomicetos).

BIBLIOGRAFIA

1-Alban, S. and Franz, G. 2001. Partial synthetic glucan sulfates as potential new antithrombotics: A review. Biomacromolecules 2:354–361.

2-Cote, F. and Hahn, M. G. 1994. Oligosaccharins: Structure and signal transduction. Plant Mol. Biol. 26:1379-1411

3-Bakkers, J.; Kijne, J.W.; and Spaink, H.P. 1999. Function of chitin oligosaccharides in plant and animal development. EXS 87:71–83.

4-Shibuya, N., and Minami, E. 2001. Oligosaccharide signalling for defence responses in plant. Physiol. Mol. Plant Pathol. 59: 223–233.

5-Salisbury, B. F. and Ross, W. C.1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 759 p.

6-Jankiewicz, S. L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y Acción. Ed. Mundi Prensa. México. 487 p.

7-Martínez, T. M. A. 2008. Reporte de estudio químico de *Enerplant*. Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo. Hermosillo, Sonora, México.

EFECTOS DE LA COMBINACION DE ENERPLANT Y FITOMÁS-E CON LA FERTILIZACION MINERAL SOBRE CUATRO CULTIVARES DE CAÑA DE AZUCAR EN SUELOS PARDOS CON CARBONATOS (INCEPTISOLS) DE LA PROVINCIA DE CAMAGÚEY

EFFECTS OF COMBINATION OF ENERPLANT AND PHYTOMAS-E WITH MINERAL FERTILIZATION ON FOUR SUGAR CANE CULTIVARS IN CARBONATED BROWN SOILS (INCEPTISOLS) IN CAMAGÚEY PROVINCE

García, E*.[1], Rivera, A.[1], Pablos, P.[2] ; Villegas, R[3]; Machado, I.[3]; de León, M.[3]; Santana, I.[4].

[1] Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-oriental (ETICA Camagüey).
*email: eugenio.garcia@eticacm.azcuba.cu
[2] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Cuba
[3] Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente-sur (ETICA Santiago de Cuba).
[4] Biotech Internacional S.A de C. V. México

RESUMEN

Para evaluar los efectos de Enerplant y Fitomás-M, combinados con fertilizantes minerales en cuatro cultivares de caña de azúcar, se desarrolló un experimento de campo en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Camagüey, Cuba. El diseño experimental fue en parcelas divididas con ocho tratamientos, cuatro sub-tratamientos y cuatro repeticiones. Los cultivares empleados fueron C88-356; C90-530; C132-81 y C90-469, en la cepa de tercer retoño, sobre un suelo Pardo con carbonatos típico (Inceptisols), Los tratamientos empleados fueron Enerplant (5.2 $ml.ha^{-1}$) y Fitomás-E (4.0 $L.ha^{-1}$) y la mezcla de ambos con 50 % y 100 % de la dosis de NPK recomendada. Se obtuvo respuesta en producción de caña y de pol por hectárea a los fitoestimulantes con 50 y 100 % de las dosis de NPK recomendadas. En tonelaje de caña y pol por hectárea, hubo diferencias entre cultivares. Se recomienda aplicar estos resultados y evaluar su efectividad económica.
Palabras clave: Fitoestimulantes, Enerplant, Fitomás-E, fertilización mineral, caña de azúcar, cultivares.

ABSTRACT

To evaluate the effects of Enerplant and Fitomás-M, combined with mineral fertilizers in four sugar cane cultivars, a field experiment was carried out in areas of the Sugar Cane Research Territorial Station, Camagüey, Cuba. The experimental design was split-plot, with eight treatments, four sub-treatments and four replicates. The cultivars used were C88-356; C90-530; C132-81 and C90-469, in the third ratoon crop, on a typical carbonated brown soil (Inceptisol). The treatments used were Enerplant (5.2 ml.ha-1) and Fitomás-E (4.0 L.ha-1) and mixture of both, with 50% and 100% of the recommended NPK doses. Response was obtained in cane production and pol per hectare to phytostimulants with 50 and 100% of the recommended NPK doses. In tonnage of cane and pol per hectare, there were differences between cultivars. It is recommended to apply these results and evaluate their economic effectiveness.
Key words: phytostimulants, Enerplant, Fitomás-E, mineral fertilization, sugarcane, cultivars.

INTRODUCCION.

Desde finales de la década de los años 90 del pasado siglo, el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA) ha realizado estudios sobre la aplicación y respuesta en el cultivo de la caña de azúcar de distintos productos con efecto fitoestimulante. Las pruebas realizadas mostraron, como promedio general, que estos productos combinados con la fertilización mineral recomendada, superan a ésta en la mayoría de las ocasiones. A partir de los experimentos de campo y extensiones desarrolladas en distintas condiciones de suelos y ciclos de cultivo se demostró que los productos con mejores resultados fueron el Enerplant (BIOTEC Internacional, S. A. de C. V. de México), producto natural de origen biológico que

resulta ser un modulador natural de la distribución de los recursos energéticos en las plantas de cultivo. Otro producto que propicia un conjunto de beneficios por el incremento del vigor y la resistencia de los cultivos a situaciones de "stress" es el Fitomás-E (ICIDCA, Cuba) que es un derivado de la caña de azúcar obtenido por medios físicos-químicos con alto contenido de materiales orgánicos, principalmente aminoácidos y sacáridos y totalmente inocuo. (Montano et al, 2007).
Con el objetivo de evaluar los efectos de ambos fito-estimulantes en combinación con 50 y 100 % de las dosis de NPK recomendadas para la caña de azúcar en cuatro cultivares comerciales de caña de azúcar, se desarrolló el experimento que se evalúa en el presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS.

El experimento fue conducido en condiciones de secano en un suelo Pardo con carbonatos típico (Inceptisols) de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-oriental (ETICA) ubicada en el municipio de Florida, provincia de Camagüey, Cuba. Estos suelos representan cerca del 50 % de las áreas cañeras de la provincia. Las principales características del suelo donde se condujo el experimento se muestran en la Tabla I.

Tabla I. Principales propiedades del suelo donde se condujo el experimento.

Propiedades	Método analítico	Unidades	Prof (0-20 cm)
Materia Orgánica	Walkley-Black	%	3.88
N. total	Kjeldhäl		0.12
P total	Chang y Jackson		0.181
K total	Digestion con NO_3H		0.86
pH (H_2O)	En agua, suelo:solución 1;2.5	$-\log[H^+]$	6.1
pH (KCl)	En KCl, suelo:solución 1;2.5		5.3
P_2O_5 asimil (Bray II)	Ext, con Fluoruro de Amonio	mg $100g^{-1}$	0.91
K intercambiable	Ext. con Acetato de Amonio N, pH =7	$cmol^{(+)}\,kg^{-1}$	0.35

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas en distribución al azar, con 8 tratamientos, 4 sub-tratamientos y 4 repeticiones para un total de 128 parcelas. Las parcelas estuvieron conformadas por 3 surcos de 10 m de longitud, espaciados a 1.6 m para una superficie total y a cosechar de 48 m^2. La cepa evaluada fue tercer retoño de las variedades C86-12; C90-530; C132-81 y C90-469, cultivares comerciales distribuidos en la provincia y el país. La fertilización mineral se realizó manualmente a los 45 días del corte, pesando con una balanza técnica, el fertilizante correspondiente a cada parcela en una bolsa de polietileno. Los fito-estimulantes se aplicaron al follaje con una asperjadora manual con solución final de 200 litros por hectárea. En el caso de Enerplant las aplicaciones se realizaron a los 90 y 120 días y el Fitomás-E en una sola aplicación a los 90 días.
Una semana antes de la cosecha se tomó por cada parcela una muestra de 10 tallos en la que se determinó, brix, pol en caña y pureza de los jugos, según INICA (1990). La cosecha se realizó manualmente para normas técnicas, a los 12 meses de edad, pesando directamente la producción de cada parcela con el empleo de un dinamómetro Modelo SALTER Modelo 599, acoplado a una alzadora mecánica.
Todos los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza para parcelas divididas, empleando el paquete estadístico STATISTICA, versión 6. En caso de encontrarse diferencias significativas entre tratamientos se empleó una prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0.05$) para establecer las diferencias entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se presentan los resultados obtenidos por tratamientos En la producción de caña y pol por hectárea en todos los casos en que se emplearon fitoestimulantes con el 50 o 100 % de la dosis recomendada, superaron significativamente (Duncan, 5 %), al 50 % de la dosis de NPK recomendada La mezcla de

ambos fitoestimulantes con el 100 % de la dosis de NPK recomendada fue, a su vez, superior estadísticamente al resto de los tratamientos. Sobre el porcentaje de pol en caña no hubo efectos entre los tratamientos. Resultados similares se han reportado por distintos autores (INICA, 2007; y Gallego, 2016), quienes evaluaron el Enerplant, Fitomás-E y Vitazime, sin obtener diferencias en la calidad de los jugos con ninguno de estos productos.

Tabla II. Comportamiento de los tratamientos (fitoestimulantes y la fertilización mineral) sobre la producción de caña y pol por hectárea y la calidad de los jugos.

Cod.	**DOSIS NPK + fito-estimulantes**	**t caña.ha^{-1}**	**% pol**	**t pol.ha^{-1}**
I	50-25-50	74.48^{c}	18.25	13.58^{c}
II	50-25-50 +5.2 mL.ha^{-1} Enerplant	78.90^{b}	18.31	14.44^{b}
III	50-25-50 + 4.0 L.ha^{-1} Fitomás-E	78.90^{b}	18.24	14.40^{b}
IV	50-25-50 + 5.2 mL.ha^{-1} Enerplant +4.0 L.ha^{-1} Fitomás-E	80.21^{b}	18.24	14.66^{b}
V	100-50-100	79.69^{b}	18.11	14.44^{b}
VI	100-50-100 +5.2 mL.ha^{-1} Enerplant	78.65^{b}	18.27	14.38^{b}
VII	100-50-100 + 4.0 L.ha^{-1} Fitomás-E	79.36^{b}	18.07	14.52^{b}
VIII	100-50-100 + 5.2 mL.ha^{-1} Enerplant +4.0 L.ha^{-1} Fitomás-E	83.52^{a}	18.22	15.46^{a}
Media		79.21	18.22	14.48
Coeficiente de Variación		6.17	2.83	6.329
Error típico de la media		1.02	.129	0.229
F_{calc}		5.856	0.289	4.936
$F_{tab}(7/21)$		3.65	2.49	3.65
Prob. Error (%)		≤ 0.01	ns	≤ 0.01

Medias acompañadas de distintas letras, difieren entre sí estadísticamente (Duncan, $p \leq 0.05$)

Al comparar los cultivares ante las aplicaciones de fito-estimulantes (Tabla III), se encontraron diferencias muy significativas en los tonelajes de caña y pol por hectárea, resultando las variedades C88-356 y C132-81 las de mayores producciones, superiores estadísticamente a la C90-530 y C90-469. En los porcentajes de pol en caña, los cultivares C88-356; C90-530 y C132-81 fueron superiores estadísticamente superiores ($p \leq 0.001$**)** a la C90-469 que resultó la de más bajo contenido de pol.

El comportamiento heterogéneo de los cultivares a la aplicación del Fitomás fue evaluado desde la fase de vitro-plantas (Reyes et al, 2016) encontrándose diferente comportamiento entre ellas.

INICA (2007), encontró que con la aplicación de Enerplant en el cultivo de la caña de azúcar se produjeron incrementos cuando se combinó con la fertilización mineral y concluye que tanto Enerplant como Fitomás-E resultan positivos para caña de azúcar.

Tabla III. Comportamiento de los sub-tratamientos (cultivares) en la producción de caña y pol por hectárea y la calidad de los jugos.

Código	Cultivares	t caña.ha^{-1}	% de pol	t pol.ha^{-1}
A	C88-356	81.99^{a}	18.53^{a}	15.30^{a}
B	C90-530	76.99^{b}	18.46^{a}	14.17^{b}
C	C132-81	81.77^{a}	18.21^{a}	14.96^{a}
D	C90-469	76.30^{b}	17.66^{b}	13.45^{b}
Media		79.21	18.22	14.48
Coefic. Variación (%)		6.17	3.93	7.44
Error típico de la media		0.865	0.127	0.190
F_{calc}		12.73	9.923	17.99
$F_{tab}(3/72)$		4.08	4.08	4.08
Prob. Error (%)		≤ 0.01	≤ 0.001	≤ 0.01

Medias acompañadas de distintas letras, difieren entre sí estadísticamente (Duncan, $p \leq 0.05$)

Otros resultados demuestran (García et al, 2010) que en suelos pardos se obtienen muy buenos resultados, por lo que en ellos la aplicación de fito-estimulantes resulta una valiosa alternativa para hacer más eficiente el uso de los fertilizantes minerales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados obtenidos, permitió llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- En los suelos Pardos con carbonatos (Inceptisols) el Enerplant (5.2 ml) y Fitomás-E (4.0 L/ha) y la mezcla de ambos, combinados con 50 y 100 % de la fertilización mineral incrementaron la producción de caña y pol por hectárea con respecto al tratamiento donde se aplicó el 50 % del NPK recomendado.
- No se encontraron efectos de ninguno de los tratamientos sobre el porcentaje de pol en caña.
- Los cultivares presentaron diferente respuesta a los fitoestimulantes. En producción de caña y pol por hectárea la C88-356 y C132-81 fueron similares y superiores al resto y en porcentaje de pol en caña la C90-469 resultó inferior al resto de los cultivares.
- La aplicación de los fitoestimulantes Enerplant y Fitomás-E, resulta una alternativa para hacer un uso más eficiente de los fertilizantes minerales.
- Se recomienda aplicar estos resultados y evaluar su efectividad económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Montano, R., Zuáznabar, R., García, A., Viñales, M. y. Villar, J. Fitomás-E bionutriente derivado de la industria azucarera. ICIDCA, Cuba. (2007). pp.10
2. INICA Normas y procedimientos para la conducción de experimentos de campo. (1990). Departamento de Agroquímica y Suelos. (Tomo # 1). (mimeografiado). 119 pp.
3. INICA Resultados de extensiones y lotes control de bioestimulantes en la zafra 2006-2007. Informe del Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM). (2007). 16 pp.
4. Gallego, R. Efecto de un bioestimulante del crecimiento y la fertilización mineral sobre la caña de azúcar *(Saccharum spp)* y algunas propiedades del suelo. (2016). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA.133 pp.
5. Reyes, C., Machado, P, et al. Fitomás E: Una alternativa para el enraizamiento "in vitro" de cultivares de caña de azúcar. Revista Biotecnología Vegetal. UCLV. Vol. 16(4) Oct-Dic 2016. pp. 239-244
6. García, E., Fumero, M., Sánchez, M. E., Reyes, A., García, A., Campos, J y Rodríguez, E. Efectos del biomodulador Enerplant sobre la caña de azúcar en la provincia de Camagüey. Fórum Provincial de Ciencia y Técnica. Camagüey. Comisión Agroalimentaria. (2010). 12 pp.

EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES CON FERTILIZANTES MINERALES EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp).

EFFECT OF THE COMBINATION OF TWO BIO-STIMULANTS WITH MINERAL FERTILIZERS IN THE AGRICULTURAL PERFORMANCE OF THE SUGAR CANE (Saccharum spp).

Nápoles, R*, Caraballoso, V., Concepción, E., Cruz, O., Rábago, R., Valle, D., Aroche, V.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba.
* remberto.napoles@inicass.azcuba.cu

RESUMEN

En la última década el precio de los fertilizantes se incrementó a un ritmo acelerado, por tanto reducir las cantidades que se apliquen de estos productos, sin provocar afectaciones en los rendimientos favorece la economía de las empresas. Por ello fue objetivo de este trabajo determinar el efecto de la combinación de dos bioestimulantes, Fitomás-E y Enerplant con la fertilización mineral que permitan el incremento de los rendimientos agrícolas. Se realizaron estudios en dos unidades productoras cañeras de la provincia Sancti Spíritus en el periodo 2014-2016, utilizando un diseño experimental en bandas, donde se evaluaron los tratamientos I. 100% SERFE, II. 100% SERFE + Fitomás-E a 4 l ha^{-1} y III. 50% SERFE + Fitomás-E a 4 l ha^{-1} + Enerplant a 5,2 ml ha^{-1}. El tratamiento III mostró diferencias significativas con respecto al I y lo superó entre 7,4 y 8.96 t ha^{-1}.
Palabras claves: Fertilización, Bioestimulantes, Rendimientos, Beneficio.

ABSTRACT

In the last decade the price of fertilizers increased at an accelerated rate, therefore reducing the amounts that are applied of these products, without causing affectations in the yields favors the economy of the companies. Therefore, it was the objective of this work to determine the effect of the combination of two biostimulants, Fitomás-E and Enerplant with mineral fertilization that allow the increase of agricultural yields. Studies were carried out in two sugar cane producing units of the province of Sancti Spíritus in the period 2014-2016, using an experimental design in bands, where the treatments were evaluated I. 100% SERFE, II. 100% SERFE + Fitomás-E at 4 l ha-1 and III. 50% SERFE + Fitomás-E at 4 l ha-1 + Enerplant at 5.2 ml ha-1. Treatment III showed significant differences with respect to I and it exceeded between 7.4 and 8.96 t ha-1.
Key words: Fertilization, Biostimulants, Yields, Profit.

INTRODUCCIÓN

A pesar que la provincia Sancti Spíritus se ajusta al cumplimiento de lo establecido en la tecnología implementada del SERFE (Villegas *et al*., 1997). Los rendimientos cañeros siguen siendo la principal limitante para el aumento de las producciones azucareras. La introducción de bioestimulantes en la agricultura moderna puede ser una alternativa para aumentar los rendimientos agrícolas disminuyendo los costos de producción y el daño ambiental. La mezcla de los bioestimulantes: Fitomás-E (del ICIDCA) y el Enerplant (de Biotec S.A), beneficia e intensifica la actividad del sistema suelo-planta, aumenta la eficiencia de la fotosíntesis; con lo que las plantas fijan más CO_2 del aire, producen compuestos energéticos en las hojas que llegan al sistema radical, donde contribuyen a su crecimiento, aumentando la capacidad de absorción de nutrientes, favorecen en el suelo el desarrollo de microorganismos (bacterias, algas, hongos, protozoarios, actinomicetos) y coadyudan en la liberación de nutrientes hacia formas asimilables por las plantas y liberan sustancias estimulantes del crecimiento, todo lo cual incide en asimilación de los requerimientos de fertilizantes, de aquí el efecto más acentuado que se observa sobre las propiedades positivas de estos dos bioestimulantes al combinarse (León *et al*., 2009) Por tal razón, resulta de interés estudiar el efecto de estos bioestimulantes combinados con la fertilización en la producción de caña de azúcar.

El Objetivo de la investigación está en determinar el efecto del uso de la combinación de dos bioestimulantes con los fertilizantes minerales recomendados para el incremento de los rendimientos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) El Meso y Cabrera. El período experimental, estuvo comprendido en la etapa de 2014-2016. De acuerdo con las características de las Unidades Productoras, se seleccionaron, en la cepa segundo retoño, bloques bien conformados, es decir, con cepas de igual número de corte, edad y variedad, para evitar distorsiones en los resultados, además se realizó a cada campo un conteo de población para poder tener presente a la hora de evaluar los rendimientos alcanzados por tratamientos. Se utilizó el cultivar C323-68, en condiciones de secano. El diseño experimental empleado, según (Fuentes *et al.*, 1999) fue en bandas, con 6 surcos a todo lo largo del campo, donde el tratamiento seleccionado, el testigo y el resto de los tratamientos experimentales se colocaron en una sola hilera de parcelas, lo que facilitó las diferentes aplicaciones del fertilizante en forma mecanizada, así como las labores de cosecha y pesaje de la caña. Cada tratamiento se replicó tres veces en el mismo campo, las labores culturales a las plantaciones se realizaron según las normas que aparecen en (INICA, 2014).La aplicación de los bioestimulantes se realizó una sola vez con asperjadora, utilizando boquilla de abanico plana 80º, dirigidas sobre el follaje de la caña, aplicación en bandas cuando las plantas lograron 60 cm de altura. La solución final (previamente calibrada) fue de 250 l ha^{-1}.

La altura (elongación) se midió en 20 tallos en cinco lugares diferentes por cada tratamiento, al sexto mes, con un listón de madera y cinta métrica adherida. La medición se realizó desde la superficie del suelo hasta el primer dewlap visible más alto (dewlap +1). El diámetro (cm): medido con (Pie de rey), en la parte central de 20 tallos, seleccionados en cinco lugares diferentes por cada tratamiento. Para conocer el número de tallos, se contaron todos los tallos molibles existentes en 20 m.

Para el procesamiento estadístico de los datos se empleó el software Statistica v8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados obtenidos por cada tratamiento a lo largo de todo el ciclo del estudio y en las dos localidades, la mezcla de Fitomás-E a 4 l ha^{-1} y Enerplant a 5,2 ml ha^{-1} combinados con la dosis media de fertilizantes, no mostró diferencias significativas en rendimientos agrícolas con respecto al tratamiento del 100% SERFE + Fitomás-E a 4 l ha^{-1}, sin embargo logró diferencias significativas superando al tratamiento donde se aplicó el 100% SERFE sin bioestimulantes en 7.4 t ha^{-1} , en el primer año en el Meso y 8.6 t ha^{-1} en el segundo año. En la localidad de Cabrera sucedió de manera similar donde lo superó en 8.96 t ha^{-1}.

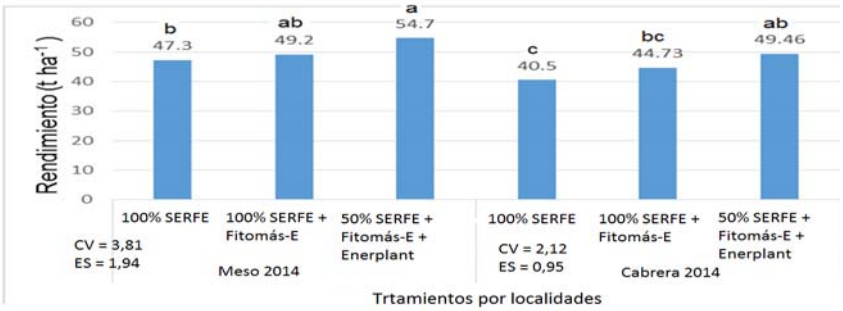


Figura 1. Rendimiento por tratamientos en la UBPC El Meso, durante los dos ciclos del estudio

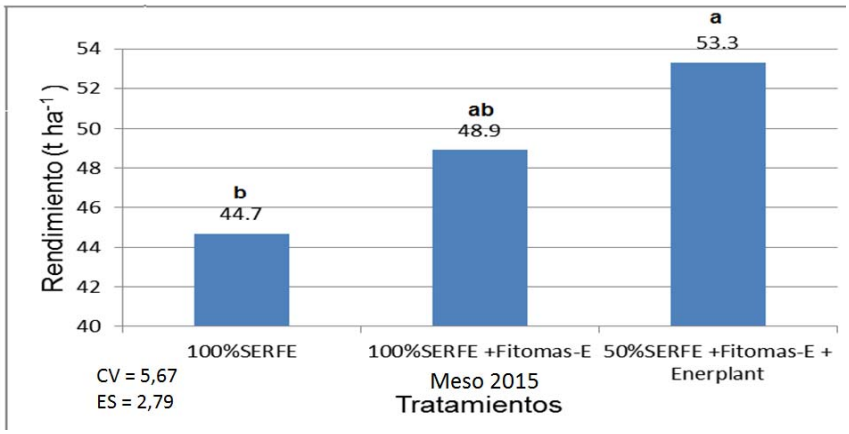


Figura 2. Rendimiento por tratamientos en la UBPC Cabrera

Los resultados de este trabajo coinciden con los obtenidos por (Díaz, 2007) quien plantea que la combinación de los bioestimulantes con la fertilización mineral potencia eficazmente los procesos energéticos en la planta y aun cuando se disminuya la fertilización mineral en un 50% se pueden mantener e incrementar los niveles de producción.

Las variables componentes del rendimiento (número de tallos, altura y diámetro) se manifestaron en correspondencia con el rendimiento y se reflejan a continuación.

Tabla 1. Valores de correlación (r) entre el rendimiento y sus componentes, (altura, diámetro y número de tallos)

Variables	Means	Std.Dev.	Rend	NT	Alt	Diám
Rendimiento (Rend)	44.8617	9.16050	1.000000	0.995741	0.998238	0.992501
Número de tallos (NT)	202.5000	19.78636		1.000000	0.994363	0.990482
Altura (Alt)	2.2883	0.14247			1.000000	0.985432
Diámetro (Diám)	2.3967	0.14583				1.000000

En rojo correlación significativa para $p \leq 0.05$

La tabla1 muestra la fuerte correlación que existe entre los tres principales componentes del rendimiento agrícola y la marcada influencia que tuvo cada uno de ellos en la respuesta que dio por tratamientos. Coinciden los resultados de este trabajo con los obtenidos por Rodríguez *et al*. (2005) y Díaz (2007) con la aplicación del Enerplant en caña de azúcar, al obtener incrementos en la longitud y el diámetro del tallo que incidieron directamente en el rendimiento por unidad de área, lo que demuestra su efecto sobre el rendimiento agrícola.

Con estos resultados se confirman algunas de las propiedades que se le confieren a estos dos bioestimulantes, para optimizar la eficiencia de la nutrición haciendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes nativos del suelo así como los aportados por la fertilización mineral (Montano, 2008).

Los resultados de la altura y diámetro de los tallos están en correspondencia con lo reportado por (Zuaznábar *et al.,* 2005) quien plantea que en cepas de retoños, cuando se aplica bioestimulantes, aumentan en diámetro y altura con respecto a las cepas de caña planta ya que los bioestimulantes sólo contienen sustancias propias del metabolismo vegetal. Como es de esperar favorecen una mejoría apreciable del intercambio suelo – planta, el vegetal tratado mejora la cantidad y calidad de su producción. Con este proceder las plantas recuperan su capacidad de autodefensa lo que propicia un mejor equilibrio con el medio ambiente.

Resultados de investigaciones desarrolladas por Gallego *et al.* (2012); Rodríguez (2013) y Zuaznábar *et al.* (2013) mostraron efectos positivos del Fitomás-E sobre el número de tallos y su longitud, sin diferencias significativas sobre el diámetro de los tallos por efecto del

fitoestimulante. Lo que tiene sus diferencias con respecto a los resultados obtenidos en este trabajo, donde se encontró correspondencia entre las tres variables componentes del rendimiento estudiadas y la producción de biomasa lograda por las plantas.

CONCLUSIONES

Los tratamientos donde se utilizó la dosis 50% de SERFE mezclada con Fitomás-E + Enerplant y el 100% del SERFE + Fitomás-E, no mostraron diferencias en cuanto a los rendimientos agrícolas entre ellos, el 100% del SERFE + Fitomás-E con respecto al 100% SERFE sin bioestimulantes, tampoco tuvo diferencias significativas en cuanto al rendimiento. Pero el tratamiento donde se reduce la dosis de SERFE al 50% y se mezcla con Fitomás-E + Enerplant si mostró diferencias significativas con el 100% SERFE sin bioestimulantes y lo superó entre 7,4 y 8.96 t $ha^{-}1$.

RECOMENDACIONES

Continuar el estudio en ciclos más largos para determinar cómo responde el suelo a las extracciones de los nutrientes aplicando solo el 50 % de los fertilizantes recomendados por el SERFE, mezclados con el Fitomás-E y Enerplant.

REFERENCIAS

1. Díaz, J. C. (2007). *Rendimiento de los lotes control-extensiones de los bioestimulantesFitomás-E, Enerplant y Vitazime*. Informe interno. INICA.
2. Fuentes, N., Felicia, E., Abreu, H., Eloy, E., Fernández, P, E., Castellanos, S y Magali, E. (1999). *Informe sobre la situación de los nitratos en las aguas subterráneas del tramo hidrogeológico Manacas – Cascajal.* Experimentación Agrícola. Ed: ―Félix Varela . La Habana. GEARH,25 pp.
3. Gallego, R. R., Zuaznábar, R., Mayor, J. L. y Rodríguez, L. (2012). Comportamiento del rendimiento agrícola de la caña de azúcar (Saccharumspp) con la aplicación de FitoMas-E. *Revista Cuba & Caña.* ISSN 1028-6527. No 2. p. 43.
4. INICA. (2014). *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar*. Ed. AMA. Tercera edición, ISBN: 978-959-300-036-9, 302 pp.
5. León, M., Zuaznábar R., Díaz, J. C., Cortegaza, P. L, y García, E. (2009) *Uso de los bioestimulantes en caña de azúcar, combinados con la fertilización mineral* Dirección de Manejo Agronómico, INICA, La Habana, 31 Julio de 2009, 29 pág.
6. Montano, R. (2008). *Composición, mecanismos de acción y evidencia experimental del bionutrienteFitomás –E*. INICA.
7. Rodríguez, E., Sánchez, J. F., Campos, J. y García, E. (2005). *BiomoduladorEnerplant*. Biotec Internacional, S.A. de C.V.
8. Rodríguez, M. (2013). *Respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de FitoMas-E en suelo ferralítico Rojo de la provincia de Matanzas.* Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. 81 pp.
9. Villegas, R., León, M., Campos, J., Valdés, A., Fernández, A., Menéndez, A., Cabrera, A. y Pérez, M. (1999). *Manual de Procedimientos del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas* .3ra Edición. Noviembre. 1999.
10. Zuaznábar, R., Díaz, J.C., Córdoba, R., Montano, R., Hernández, I., Hernández, F. y Cortegaza, P. L. (2005). *Validación del bioestimulanteFitomás-E en el cultivo de la caña de azúcar.* INICA.
11. Zuaznábar, R., Pantaleón, G., Milanés, N., Gómez, I. y Herrera, A. (2013). Evaluación del fitoestimulante del crecimiento FitoMas-E en el estado de Veracruz. México. *Revista ICIDCA* sobre los derivados de la caña de azúcar. Vol. 47. No 2. p 8-12.

APLICACIÓN DE BAYFOLÁN FORTE Y FITOMÁS – E A TRAVÉS DE UNA MÁQUINA DE RIEGO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR
APPLICATION OF BAYFOLÁN FORTE AND FITOMÁS – E TO CROSSWISE OF MACHINE IRRIGATION AND HER INFLUENCE IN THE PERFORMANCE OF SUGAR CANE

Hernández, O[1]. ; Olivera, E[2].; Rodríguez, J[3]. ; Mesa, Y[4].

Especialista SERCIM GESA Ciego de Avila[1], Especialista CIM Empresa Azucarera Ciego de Avila[2]
Especialista de caña Empresa Azucarera Ciego de Avila[3], Jefe de Producción UPC Cmte Guevara[4].
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba. oddonell.hernandez@epica.azcuba.cu

RESÚMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los bioestimulantes Bayfolán Forte, Fitomás-E y la mezcla de ambos en el rendimiento de la caña de azúcar utilizando como medio de aplicación una máquina de riego.
El experimento se realizó en la Unidad de Producción de Caña Comandante Guevara, perteneciente a la Empresa Azucarera Ciego de Ávila. La cepa utilizada fué un retoño2015 con cobertura de paja, variedad C1051-73, en un suelo Ferralitizado Cálcico. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: I Fitomás (4.0 L/ha), II Bayfolán Forte (3.0 L/ha) + Fitomás E (2.0 L/ha), III Bayfolán Forte (6.0 L/ha) y IV sin bioestimulante. Todos los tratamientos con presencia de bioestimulantes superaron de forma significativa al testigo en las variables diámetro, longitud del tallo y toneladas de caña/ha, destacándose el Bayfolán Forte con incrementos de 17.26 t/ha respecto al año anterior y 23.94 t/ha sobre el testigo y fué el de menor costo para producir una tonelada de caña, costo/peso y proporcionó las mayores ganancias.
PALABRAS CLAVE: Bioestimulante, Bayfolán, Fitomás - E

ABSTRACT

The present work aimed at evaluating the effect of the bioestimulantes Bayfolán Forte, Fitomás E and he mixes it of both on the performance of sugar cane using like means of application a machine of irrigation.
The experiment came true in the Unit of Production of Caña Cmte Guevara, belonging to the Sugar Company Ciego of Avila. The used stock was a sprout 2015 with straw mulch, variety C1051-73, on a ground calcic Ferralitizado. The used Treatments were the following: I Fitomás (4.0 L/ha), II Bayfolán Forte (3.0 L/ha) + Fitomás E (2.0 L/ha), III Bayfolán Forte (6.0 L/ha) y IV without bioestimulante. All the treatments with presence of bioestimulantes proved meaningfully better than the witness in the variables diameter, length of the stem and tons of cane/ha, standing out the Bayfolán Forte with increments of 17, 26 t/ha in relation to the prior year and 23, 94 t/ha on the witness and fué the one of smaller cost to produce a ton of cane, cost/weigh and he provided the bigger profits.
KEY WORDS: Bioestimulante, Bayfolán, Fitomás

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la falta de caña es la limitante principal para incrementar la producción de azúcar y derivados, por lo cual el Grupo AZCUBA se encuentra inmerso en dar continuidad y terminación al proceso de reordenamiento con vista a incrementar los rendimientos cañeros, disminuir los costos y hacer más eficiente y competitiva su agroindustria, Villegas y Benítez (2003)[1].
Cuando se realiza una buena preparación de suelos, se siembra con calidad con semilla óptima y se ejecuta una correcta conducción agrotécnica a la plantación se obtienen buenos rendimientos, pero si además, se aplican bioestimulantes, podrá obtenerse rendimientos muy superiores.

Durante el período 2003 – 2014 se realizaron cinco experimentos en la provincia donde se evaluó el Bayfolán Forte, en todos los casos este producto proporcionó incrementos superiores a las 12.0 t/ha de caña y superó de forma significativa al resto de los tratamientos en el porcentaje de brotación y rapidez de ésta.
Los bioestimulantes activan los mecanismos de síntesis de sustancias provocando un uso más eficiente del proceso metabólico durante la etapa de brotación, crecimiento y desarrollo, lo cual repercute en el aumento de la biomasa y en consecuencia de los rendimientos de los diferentes cultivos con riesgo mínimo de contaminación ambiental, Díaz y Zuaznábar (2004)[2].
Al estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas, facilitan además, el cierre más temprano de las plantaciones, disminuyendo el riesgo a la competencia y afectación de las arvenses y con ello, disminuyen el número de labores y consumo de herbicidas. Si estos bioestimulantes son aplicados a través de las máquinas de riego, la reducción de los gastos sería mayor y pudiéramos lograr una mayor uniformidad en la aplicación.
Objetivo: Evaluar el efecto de los bioestimulantes Bayfolán Forte, Fitomás-E y la mezcla de ambos sobre el rendimiento de la caña de azúcar utilizando como medio de aplicación una máquina de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Producción de Caña Comandante Guevara, perteneciente a la UEB Ecuador de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila. La cepa utilizada fué un retoño/2015 con cobertura de paja y riego con máquina de pivote central, en un suelo Ferralitizado Cálcico, según Hernández et al., (1999)[3] y la variedad plantada fué la C1051-73. El experimento ocupó un área total de 100.80 ha, el diseño utilizado fué bloques al azar con cuatro réplicas y parcelas de 6.30 ha (25.20 ha por tratamiento). El área se cosechó el 7 de abril de 2015 y el montaje de los tratamientos se realizó el 14 de junio de 2015 (68 DDC). Cinco días después de la cosecha se realizó una aplicación de residuales (Merlin 0.180 kg ha^{-1}) y diez días después se fertilizó según las recomendaciones del SERFE. Como medio de aplicación se utilizó la máquina de riego de pivote central.
Los Tratamientos utilizados fueron los siguientes:
I Fitomás (4.0 L/ha)
II Bayfolán Forte (3.0 L/ha) + Fitomás E (2.0 L/ha)
III Bayfolán Forte (6.0 L/ha)
IV Sin bioestimulante
Las evaluaciones se realizaron en 5 puntos por réplica, midiéndose 10 tallos en cada uno de ellos para el diámetro y longitud, 20 m para el número de tallos /metro lineal y las toneladas de caña se determinaron por pesaje real en la báscula del ingenio.
Para la realización de la valoración económica de los tratamientos se utilizaron los precios de compra de herbicidas acordados por AZCUBA 2016.
Para el análisis estadístico se utilizó el Programa SPSS Versión 17.0 y en todos los casos la comparación entre las medias fue realizada mediante una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los tratamientos con bioestimulantes superaron de forma significativa al testigo en las variables diámetro (Figura 1) y longitud de los tallos (Figura 2), coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Rodríguez et al (2009)[4]. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos en el número de tallos por metro (Figura 3) y el porcentaje de población Figura 4).

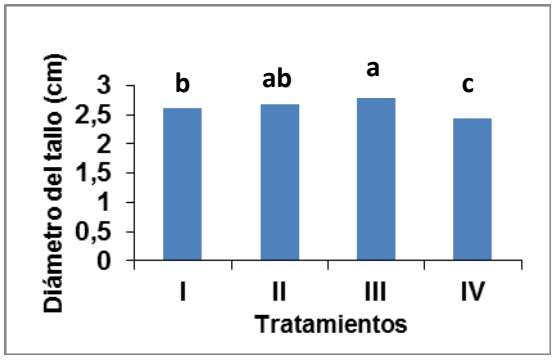


Figura 1: Efecto de los tratamientos en el diámetro de los tallos.

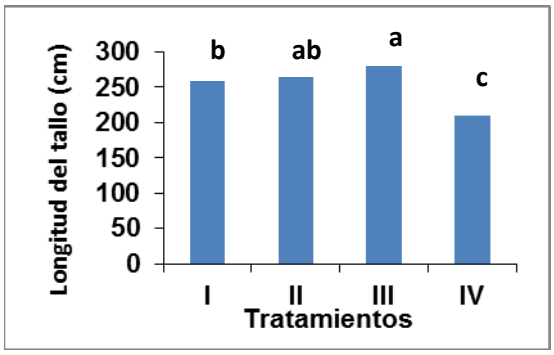


Figura 2: Efecto de los tratamientos en la longitud de los tallos.

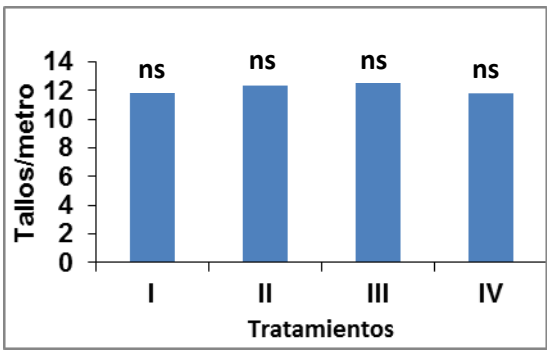


Figura 3: Efecto de los tratamientos en los tallos por metro.

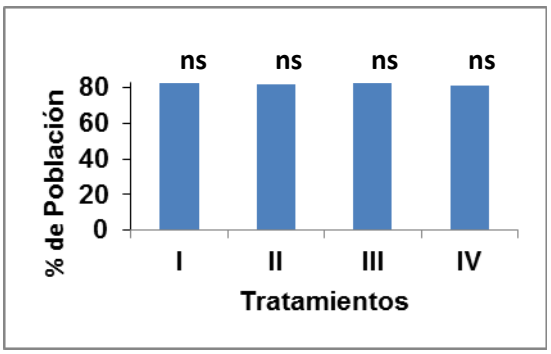


Figura 4: Efecto de los tratamientos en la población.

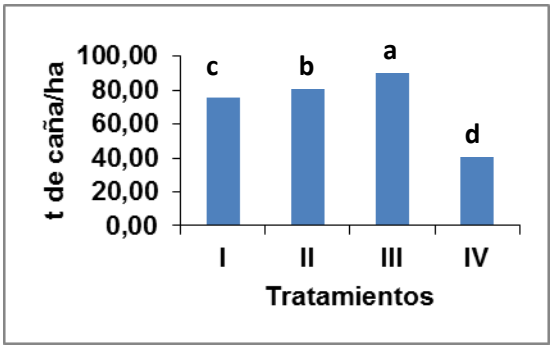


Figura 5: Efecto de los tratamientos en el rendimiento agrícola.

El tratamiento III (Bayfolán Forte 6 L/ha) superó de forma significativa al resto de los tratamientos (Figura 5), superando en 7.88, 15.47 y 23.94 t/ha a los tratamientos II, I y IV respectivamente. Estos resultados corroboran lo planteado por Díaz, (2004)[5] y coinciden con Hernández y Santana (2009)[6].

Tabla I: Incrementos de la producción.

No.	Tratamiento	t/ha de caña		
		Zafra 2015	Zafra 2016	Diferencia
I	SERFE + Fitomás – E (4,0 L/ha)	68,63	75,14	6,51
II	SERFE + Bayfolán (3,0 L/ha) + Fitomás – E (2,0 L/ha)	71,87	82,73	10,86
III	SERFE + Bayfolán (6,0 L/ha)	73,35	90,61	17,26
IV	SERFE	71,30	66,67	- 4,63

Todos los tratamientos con bioestimulantes alcanzaron rendimientos superiores respecto al año anterior (Tabla I), siendo el III (Bayfolán 6.0 L/ha) el de mejores resultados al producir 17.26 t/ha más. El Tratamiento II (Bayfolán 3,0 L/ha + Fitomás – E 2,0 L/ha) también superó al I que es lo utilizado a escala comercial.

Tabla II: Costo de los Tratamientos.

No.	Tratamientos	Rdto (t/ha)	Costo/ha	Costo/tonelada de caña
			CUC	CUC
I	Fitomás (4.0 L/ha)	75,14	6,36	0,08
II	Bayfolán Forte (3.0 L/ha) + Fitomás E (2.0 L/ha)	82,73	11.76	0.14
III	Bayfolán Forte (6.0 L/ha)	90,61	17.16	0.19
IV	Sin bioestimulante	66,67	-	-

Tabla III: Valoración económica.

Trat.	t/ha de azúcar	Costo/ha	Costo/t	Costo/peso	Ganancia/ha
I	7.51	2832,58	37,70	0.84	1035.59
II	8.27	2619,76	31,67	0.76	1683.41
III	9.06	2370,70	26,16	0.66	2637.43
IV	6.67	3041,50	45,62	0.93	395.08

Al analizar el costo de cada tratamiento, el I Fitomás – E (4.0 L/ha (Tabla II) fue el de menor costo/ha y costo/tonelada de caña producida, sin embargo, al analizar otros indicadores económicos (Tabla III) y analizando el valor de la producción según el azúcar producida, el tratamiento III Bayfolán Forte (6.0 L/ha) resultó el de menor costo/ha, costo/tonelada de caña producida y costo/peso, generando las mayores ganancias.

CONCLUSIONES

1. Todos los tratamientos con presencia de bioestimulantes superaron de forma significativa al testigo en la variables diámetro, longitud del tallo y toneladas de caña/ha, destacándose el Bayfolán Forte con incrementos de 17.26 t/ha respecto al año anterior y 23.94 t/ha sobre el testigo.
2. El tratamiento I (Fitomás – E 4.0 L/ha) fué el de menor costo/ha y costo/t de caña.
3. El tratamiento III (Bayfolán Forte 6.0 L/ha) fué el de menor costo para producir una tonelada de caña, costo/peso y proporcionó las mayores ganancias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Villegas, R. y Ledia Benítez, Editores. Evaluación de la aptitud física de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar en Cuba, base para la diversificación de la agroindustria azucarera. Informe INICA, MINAZ. 2003.
2. Díaz, J. C. y R. Zuaznábar. Resumen de los resultados de Fitomás-E en caña de azúcar hasta junio 30 del. Reunión Nacional del Programa de Manejo Agronómico. La Habana, p 1-5. 2004.
3. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR. 1999.
4. Rodríguez, P. Nuevo bioestimulante en el cultivo de la caña de azúcar. Conferencia Provincial de la ATAC p 1-10. 2009.
5. Díaz, J. C. Evaluación de Fitomás-E en Santiago de Cuba. Reunión Nacional Programa de Manejo Agronómico. La Habana, p1-7. 2004
6. Hernández, O. y G. Santana. Resultados de la aplicación de tres Bioestimulantes sobre la brotación de la Caña de Azúcar. 2009.

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE FITOMAS-E Y REGNUM 25 CE (PYRACLOSTROBIN) EN EL INCREMENTO DE LA BROTACIÓN Y LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

EVALUATION THE EFFECTIVENESS OF FITOMAS-E AND REGNUM 25 EC (PYRACLOSTROBIN) IN INCREASING OF SPROUT AND PRODUCTION OF SUGAR CANE

Martínez, R.[1]*; Zuaznábar, R.[1]; Antigua, G.[2]; Blanco, V.[1]; Fernández, C.[1] ; Pino S.[1]

[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, Km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.
[2]Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní, km 5 1/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
*rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la efectividad de FitoMas-E y de Regnum 25 EC® en el incremento de la brotación y el aumento de la producción de caña de azúcar, basado en sus demostrados efectos fisiológicos positivos en otros cultivos. La evaluación comprendió la ejecución de varios ensayos en diferentes localidades del país, con tratamientos aplicados durante la plantación y a los 60 y 120 días posteriores a esta. Se evaluaron el porcentaje de brotación, el grosor, la longitud y población de tallos así como el rendimiento agrícola. Los tratamientos de Regnun 25 EC® a 0,75 L ha^{-1} alcanzaron resultados significativamente superiores en la brotación al resto de los estudiados, con incrementos del rendimiento agrícola respecto al testigo de 12 t/ha.
Palabras clave: Caña de azúcar, estimulante, brotación, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effectiveness of FitoMas-E and Regnum 25 EC ® in the increasing of sprout and sugarcane production, based on its demonstrated positive physiological effects in other crops. The evaluation included the execution of several trials in different localities of the country, with treatments applied during planting and at 60 and 120 days after planting. The shoot percentage, the thickness, the length and population of stems as well as the agricultural yield were evaluated. The treatments of Regnun 25 EC® at 0.75 L ha-1 achieved significantly better results in the budding to the rest of the studied, with increases of the agricultural yield with respect to the control of 12 t / ha.
Keyword: Sugarcane, stimulant, sprout, yield.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un significativo incremento en la producción y comercialización de nuevos insumos agrícolas, elaborados y desarrollados por diversas empresas nacionales e internacionales para su aplicación en los cultivos, con el fin de obtener incrementos en las cosechas con riesgo mínimo de contaminación ambiental. En el plano nacional se destaca el caso del FitoMas-E, un compuesto orgánico producido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), elaborado a partir de materiales proteicos, con aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas, formulado como liquido soluble y con comprobados efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar (1, 2).
Otras nuevas alternativas son también de suma importancia, como es el caso de las aplicaciones de fungicidas que no se llevan a cabo comercialmente en caña, como por ejemplo el uso de Regnum 25 EC®; un producto de la compañía BASF, de acción preventiva, curativa y erradicante, eficaz para combatir la

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del banano (3). El Regnum 25 EC® pertenece al grupo de las estrobilurinas, actúa a nivel molecular sobre la cadena de respiración en la mitocondria, donde bloquea el abastecimiento de energía de la célula del hongo y así posteriormente sus funciones vitales. Está compuesto por Pyraclostrobin, 250 g/L de producto, formulado a 20 °C (4).

El Regnum 25 EC®, como muchos otros productos de BASF que poseen F500 en su composición, posee el llamado efecto AgCelence; el cual propicia una mayor fotosíntesis, incrementa el índice de área foliar de la planta, aumenta la absorción de nitrógeno, crea una mayor tolerancia al estrés y una mayor eficiencia del uso del agua, en suelos con bajo contenido de humedad, entre otros beneficios (3). Esto origina una mayor productividad por unidad de área así como una mayor rentabilidad, demostrado en cultivos como el maíz, el girasol y la soja (5).

Considerando lo anteriormente expuesto se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la efectividad de FitoMas-E y de Regnum 25 EC® en el incremento de la brotacion y el aumento de la producción de caña de azúcar, aprovechando sus demostrados efectos fisiológicos incrementales del rendimiento en otros cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio para la evaluación de la efectividad de los bioestimulantes FitoMas-E y Regnum 25 EC® sobre la brotacion se realizó en el central Mario Muñoz, de la provincia de Matanzas. Los tratamientos evaluados fueron:

1. FitoMas 2 L ha^{-1} Trozo sencillo.
2. Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Trozo sencillo.
3. FitoMas 2 L ha^{-1} Doble trozo.
4. Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Doble trozo.
5. Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Triple trozo.
6. FitoMas 2 L ha^{-1} Triple trozo.
7. Testigo (Sin aplicación).

Para la evaluación del efecto de los referidos productos sobre la producción de caña se realizaron tres ensayos, en áreas de los centrales Uruguay, en la provincia Santi Spíritus; 5 de Septiembre, en Cienfuegos y Manuel Fajardo en Mayabeque; en suelos Sialitizado cálcico, Vertisuelo y Ferralítico rojo, respectivamente, (6). Los tratamientos se muestran a continuación:

1. Testigo (Sin aplicación).
2. FitoMas-E a 4L ha-1 en una sola aplicación, a los 60 días después de la plantación o el corte.
3. Regnum 25 EC® en dos aplicaciones a 0.75 L ha^{-1} cada una, la primera a los 60 días y la segunda a los 120 después de la plantación o el corte, con un volumen de agua de 250 y 400 L ha^{-1}, respectivamente.

Los estudios fueron montados en condiciones de secano, en diseños en franjas. Las aplicaciones se realizaron en las primeras horas de la mañana, previo al tape, con asperjadora de tractor a una presión de 3 bares, con boquilla de abanico plano y solución final de 400 L ha-1 para el caso del estudio sobre los efectos en la brotación, y de 250 L ha-1, para la primera aplicación, y de 400 L ha-1 para la segunda, en los ensayos sobre los efectos en la producción de caña. La cosecha se ejecutó a los 12 meses, en verde, de forma mecanizada.

Se evaluaron la brotación a los 30 y 60 días posteriores a la plantación, el diámetro, longitud y población de tallos, antes de la cosecha, y el rendimiento agrícola. Las evaluaciones se realizaron según la metodología elaborada por el INICA para la conducción de los experimentos de campo (7), mientras que el rendimiento agrícola se determinó mediante estimación (8). Los datos obtenidos fueron sometidos estadísticamente a análisis de varianza al 0,05 de probabilidad de error; previa transformación de los datos, para el caso de la brotación (9), con el auxilio del paquete estadístico SPSS Versión 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio realizado acerca de los efectos de los bioestimulantes sobre la brotación, los resultados de la evaluación realizada a los 30 días posteriores a la plantación mostraron superioridad del tratamiento Regnum

25 EC® 0,75 L ha^{-1} Triple trozo, con más de un 5% respecto al testigo y en poco más de un 1% con relación al tratamiento de Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Doble trozo; el que a su vez se comportó estadísticamente similar al de FitoMas 2 L ha^{-1} Triple trozo, el de mejores resultados de los estudiados con este producto (Figura 1). A los 60 días los tratamientos Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Triple trozo y Regnum 25 EC® 0,75 L ha^{-1} Doble trozo manifestaron resultados similares, con un 39% de brotación, superando al testigo en más de un 7%. A estos le siguieron el de FitoMas 2 L ha^{-1} Triple trozo, reafirmándose como el de mejores efectos de los evaluados con este bioestimulante (Figura 2).

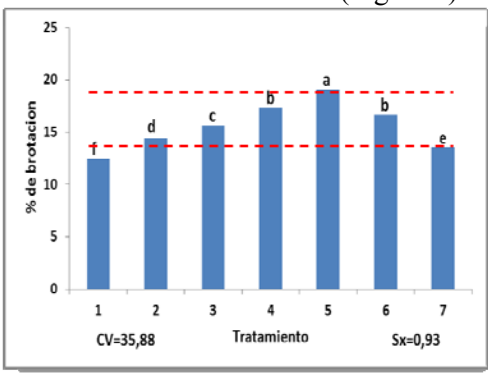


Figura 1. Resultados obtenidos en la brotación a los 30 días.

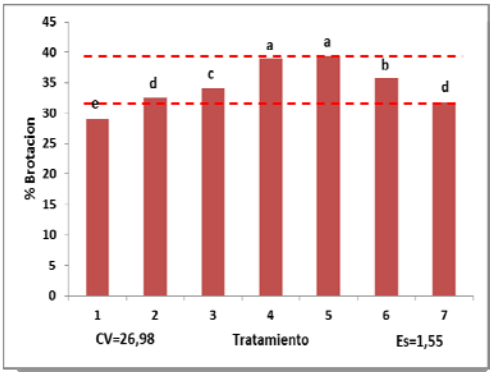


Figura 2. Resultados obtenidos en la brotación a los 60 días.

El logro de un alto porcentaje de brotación es esencial para la obtención de una alta población, base a su vez de una gran producción. Por otra parte, la ocurrencia de una alta brotación en el menor tiempo posible, es también un aspecto de relativa importancia en las áreas de secano, en las que la humedad del suelo debe aprovecharse al máximo. Se estima que por cada día que falta la humedad en el suelo, la brotación se reduce en 5%.

No se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos en el diámetro y longitud de los tallos; sin embargo, los valores alcanzados por el testigo resultaron inferiores a los de los tratamientos con Regnum 25 EC® y FitoMas-E, con los mayores valores el tratamiento de Regnum 25 EC® (Figuras 2 y 3). Estudios realizados en Cuba y México, en los que se evaluaron diferentes estimulantes del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, arrojaron resultados similares, con diferencia acentuada en la longitud de los tallos (1, 2).

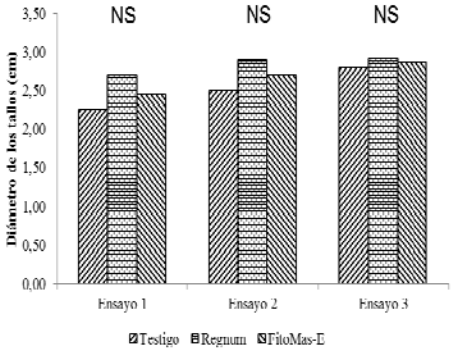


Figura 2. Resultados logrados en el diámetro de los tallos.

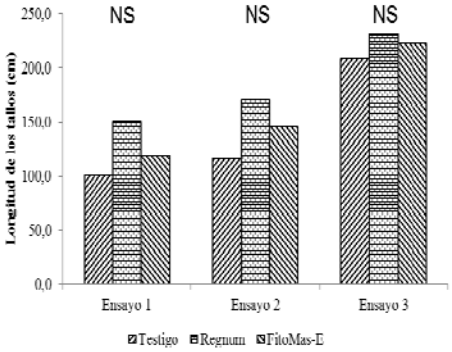


Figura 3. Resultados logrados en la longitud de los tallos.

NS=No significativo p≤0,05

Tampoco fueron observadas diferencias significativas en la población de tallos entre los diferentes tratamientos (Figura 4). No obstante, en valores absolutos, los tratamientos a base de Regnum 25 EC® y FitoMas-E lograron mayor población de tallos (1, 2).

En todos los ensayos el rendimiento agrícola de los tratamientos con Regnum 25 EC® y FitoMas-E resultaron superiores al testigo, con valores entre 3.0 y 4.7 t ha-1 y entre 13.0 y 14.0 t ha-1, respectivamente (Figura 5). En cultivos como girasol, maíz, soya y caña de azúcar se han obtenido altos rendimientos con estos productos (1, 2 y 3).

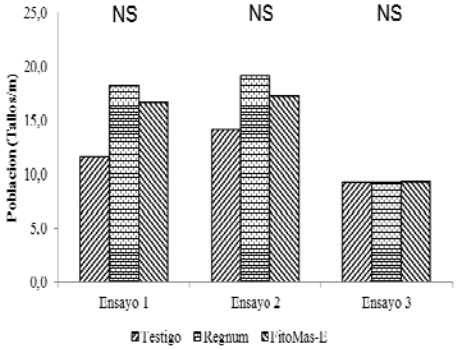


Figura 4. Resultados logrados en la población de tallos.

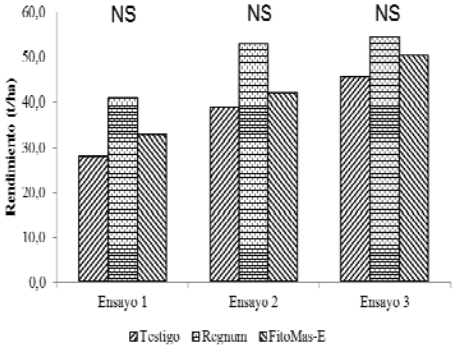


Figura 5. Resultados logrados en el rendimiento agrícola. NS=No significativo p≤0,05

CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de Regnum 25 EC® incrementaron la brotación de la caña de azúcar en más de un 5% respecto al testigo.
2. Los tratamientos de FitoMas-E y Regnum 25 EC® alcanzaron incrementos del rendimiento agrícola respecto al testigo entre 4 y 12 t/ha, respectivamente.

REFERENCIAS

1. Zuaznábar, R., Díaz, J. C., Montano, R y Gallego, R. R. Diversas formulaciones de FitoMás-E¿Mito o realidad en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba? ATAC. 2014. No. 1. p. 23. ISSN 0138-7553.
2. Zuaznábar, R., Pantaleón, G., Milanés, N., Gómez, I., Herrera, A. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMás-E en el estado de Veracruz. Méjico. Revista ICIDCA. 2013. Vol 47. No 2.p8-12.
3. Recinos, H. Efecto de Regnum 25 EC®, sobre el rendimiento en el cultivo de Caña de Azúcar (*Sachharum officinarum*), variedades CP 881165, CP 722086 y CP731547, en Fincas Buganvilia, Santa Elena Tikal, San Francisco La Blanca, Cartago, Anabella y Horizonte propiedad de Ingenio Magdalena, S.A., Escuintla, Guatemala. Disponible en: http://agro.basf.co.cr/topciencia/adjunto/6440_02-Hugo-Recinos-GT.pdf. 2011.
4. Regnum 25 EC®. Disponible en: http://www.agrohacienda.com.co/deaq2014/src/productos/13033_11.htm.Consultado el 4 de marzo de 2016.
5. ¿Qué es AgCelence®?. 2014. Disponible en: http://www.agro.basf.com.ar/AgCelence.aspx?tecnologia=AgCelence. Consultado el 6 de marzo de 2016.
6. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR. 1999.
7. INICA-MINAZ. Normas y procedimientos del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba. 147 p. 1987.
8. Pérez, J. L. y N. Milanés. Estudio de diferentes formas de muestreo para estimar el peso de la caña de azúcar en áreas de producción. Boletín INICA. 1986. No. 4. Oct.-Dic. pp. 33-59.
9. Lerch, G. La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas / Gerhard Lerch, La Habana -- :Editorial Academia. Tomo I 1987. 227 p.

RESPUESTA DE VARIEDADES DE C*OFFEA ARABICA* L A LA APLICACIÓN DE FITOMAS - E EN SUELO FERSIALÍTICO PARDO ROJIZO

RESPONSE OF VARIETIES OF COFFEA ARABICA L TO THE APPLICATION OF FITOMAS - E IN FERSIALITIC SOIL

Bustamante, C*, Ferrás; Y; Sánchez, O.; Viñals, R.; Pérez J; Rodríguez, M.

Instituto de Investigaciones Agroforestales. UCTB III Frente. Cruce de los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba. C.P. 92700 teléfono 22566229 marlonalejandro2012@gmail.com.

RESUMEN

La necesidad de buscar vías para mejorar la eficiencia de utilización de los fertilizantes minerales así como la implantación de tecnologías más respetuosas del ecosistema y los recursos naturales, ha impulsado el uso de los fitoestimuladores. Existen pocos antecedentes del efecto del FitoMas-E en el cafeto por lo que se estudió su efecto en indicadores de crecimiento de posturas de variedades de *Coffea arabica* L. en experimentos desarrollados en la Estación Agroforestal de Jibacoa, provincia Villa Clara en bolsas de polietileno y bajo sombra de malla sarán. Se empleó la mezcla 3/1 de suelo / abono orgánico. Se evaluaron la altura, el diámetro del tallo, el área foliar, la masa seca y el índice de calidad de las posturas Todas las variedades respondieron al FitoMas E. Acorde al incremento del área foliar las variedades se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno.

Palabras clave: bioestimulante, cafeto, crecimiento, posturas, suelos

ABSTRACT

The need to find ways to improve the efficiency of use of mineral fertilizers as well as the implementation of more environmentally friendly technologies of the ecosystem and natural resources, has promoted the use of the phyto-stimulants. In the cultivation of coffee there were few antecedents of the effect of the FitoMas-E. We studied the effect of the byproduct in growth indicators of seedlings of Coffea arabica L. varieties. The experiments were developed in the nursery of Experimental Agroforestry Station of Jibacoa, Villa Clara province, in polyethylene bags and under shadow of mesh saran. Were used mixture of 3/1 Fersialitic Brown reddish/compost. Were evaluated the height, the diameter of the stem, the leaf area, the dry mass and the quality index of the seedlings. All the varieties responded to the FitoMas E. Regarding the increase in leaf area, due to the FitoMas - E varieties were in the order Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno.

Key words: Coffea, bio-stimulants, growth, seedlings, soils.

INTRODUCCIÓN

Para la renovación de las plantaciones de cafetos se requieren posturas de calidad que aseguren la inversión de ahí la importancia de las atenciones culturales en el vivero y en este empeño adquiere singular importancia la adecuada nutrición de las mismas.

El FitoMas - E es un nuevo producto derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia anti estrés, es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), (1). La variación genética es uno de los principales factores que promueven diferencias en relación a la nutrición mineral de genotipos de una misma especie (2).

Para el cafeto se ha establecido la respuesta diferenciada de genotipos a las condiciones ambientales y de manejo. Investigaciones en la India demostraron la existencia de diferencias en la biomasa y su distribución en variedades (3), mientras que en Etiopía (4) informaron del comportamiento diferenciado de las posturas de variedades de Coffea arabica L al déficit hídrico. En Hawai (5) informaron de la diferencia varietal a la resistencia a nematodos.

Se conoce de la utilización del FitoMas E por productores de café a partir de la información obtenida en otros cultivos, sin embargo no se dispone de información científica que permita la aplicación de una tecnología concreta en la caficultura, por lo que se desarrolló esta investigación con el objetivo de establecer en dos tipos de suelo la respuesta de posturas de variedades comerciales de cafeto a la aplicación del FitoMas E.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron durante las campañas de vivero 2013 - 2014 y 2014 - 2015 en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal de Jibacoa (340 m.s.n.m.), provincia de Villa Clara ubicado a 22. °01´N y a 79. °58´O.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado en esquema factorial 5x 2, siendo los factores estudiados: 5 genotipos de café arábica y dos niveles de FitoMas E: con y sin su aplicación. En ambas campañas de vivero (2013 – 2014 y 2014 – 2015) se estudiaron las variedades Catuai amarillo, Caturra rojo, Isla 5-3, Isla 6-11 y Laferno.

Cada tratamiento estuvo conformado por 36 plantas, de las cuales se evaluaron 10 al finalizar el período experimental.

Los experimentos se desarrollaron utilizando como sombra la malla sarán. La siembra se efectuó en bolsos de polietileno de 14 cm de diámetro x 22 cm de alto llenados con una mezcla suelo / estiércol equino en proporción 3/1. Se colocaron inicialmente dos semillas por bolso y se dejó una plántula cuando el 80% de estas alcanzó la fase de mariposa.

Todas las aplicaciones del FitoMas - E se realizaron antes de las 10:00 de la mañana, con una mochila Matabí de 16 litros de capacidad y a presión constante. El producto se aplicó al 1 % por vía foliar, mensualmente, desde el 2do hasta el 4to par de hojas.

El sustrato se caracterizó por un contenido aceptable de materia orgánica (4,9 – 9,82), acidez adecuada para el cultivo y altos contenidos de fósforo (65– 77 mg $P_2O_5$100 g suelo) y potasio asimilable (30,2 – 83 mg K_2O 100 g suelo) (Tabla 2), por lo que la fertilidad del suelo no constituyó una limitante para el crecimiento de las posturas.

El manejo agrotécnico de las plántulas se realizó según el Instructivo Técnico para el Cultivo y Cosecha del Café y Cacao (6).

Al concluir los experimentos se evaluaron los indicadores siguientes:

1. Altura de la planta (cm): Se midió con una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice.
2. Diámetro del tallo (cm): Se midió con un pie de rey a 1 cm del cuello
3. Masa seca total (g). Consistió en la suma del peso seco de los órganos (hojas, tallos y raíces). Se secó cada órgano a 70 ºC hasta obtener masa constante Se pesó con una balanza digital.
4. Área foliar (cm.)2 por el método de Soto (7).
5. Índice de calidad por la fórmula propuesta por Dickson et al (1960) citado por Marana et al (8)

Para el procesamiento estadístico se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov - Smirnov y la homogeneidad de la varianza por la prueba de Levene. Posteriormente se realizó el análisis de varianza a los datos. Para la determinación de las diferencias entre los tratamientos se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan para $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todas las variables respuestas evaluadas se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) para los factores en estudio y su interacción, aunque el comportamiento por años varió para las diferentes variables. El diámetro del tallo fue la variable que menos resultó influenciada por la aplicación del FitoMas mientras que el área foliar y la masa seca de manera general, reflejaron de forma más estable el efecto del bionutriente.

Experimento 1.

La aplicación del FitoMas solo ejerció un efecto positivo en la masa seca, el área foliar y el índice de calidad (Figura 1) con incrementos de 17 %; 7% y 30,8% respectivamente.

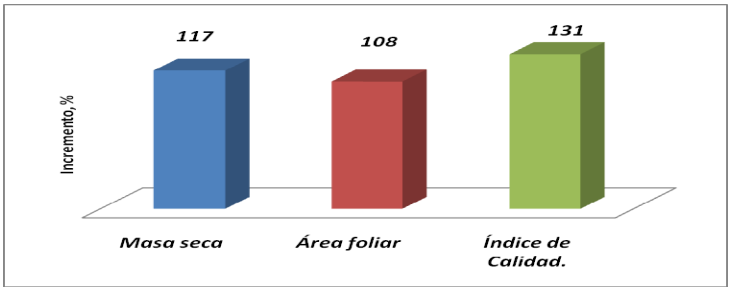


Fig 1. Incremento de las variables morfológicas por efecto del FitoMas (% del tratamiento sin aplicación). Primera campaña

La ausencia de respuesta del diámetro del tallo concuerdan con resultados encontrados en experimento en vivero en Bahía, Brasil, que refieren que esta fue la variable que menos discriminó los tratamientos en un experimento de dosis de urea.

La respuesta de las variedades al FitoMas fue significativa y de diferente magnitud. De manera general las variedades "Isla 6" se caracterizaron por los menores valores en las variables de crecimiento.

Si bien el análisis estadístico reflejó interacción entre los factores en estudió solo los incrementos encontrados para el Caturra rojo en el área foliar (25 %) y el diámetro del tallo (10%) alcanzaron magnitudes significativas para $p \leq 0{,}05$

En la segunda campaña las aplicaciones de FitoMas E, al igual que en el experimento anterior, no tuvieron un efecto significativo en la altura y el diámetro del tallo pero sí en el resto de las variables evaluadas y propiciaron incrementos significativos de 7 % para la masa seca, 5 % el área foliar y 17,8 % para el índice de calidad (Figura 2).

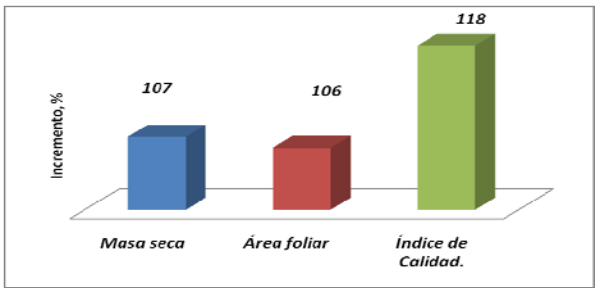


Fig 2. Incremento de las variables morfológicas por efecto del FitoMas (% del tratamiento sin aplicación). Segunda campaña

De manera general la variedad Catuai amarillo mostró los menores valores de crecimiento, mientras que el resto de las variedades mantuvieron una respuesta similar.

El efecto de la interacción bionutriente x variedad (Fig 3) alcanzó valores significativos para la altura, el área foliar y el índice de calidad. Se observó un efecto negativo y significativo del FitoMas E en la altura de la variedad Laferno, mientras que con su aplicación se incrementó significativamente el área foliar del Caturra rojo en 15 % y de la Isla 5-3 (11 %).

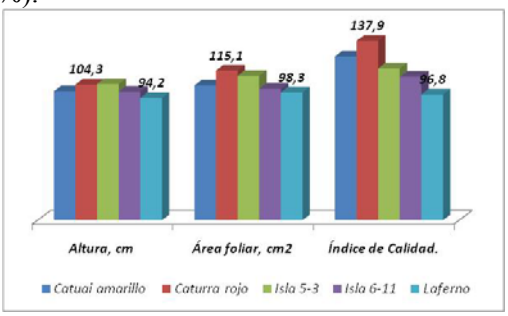


Fig 3. Incremento de variables en variedades de *Coffea arabica* por efecto del FitoMas E, %.

Para el índice de calidad los incrementos por efecto de la aplicación del FitoMas E fueron significativos solo para el Catuai amarillo (26 %) y Caturra rojo (37,9 %) (Figura 3). La respuesta del resto de las variedades fue independiente de la aplicación del FitoMas

Las variedades, con respecto al incremento del área foliar, se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno. Mientras que en el suelo Pardo se ubicaron así: Isla 6-1 > Catuai amarillo > Isla 5-3 > Laferno > Caturra rojo (Tabla I).

Tabla I. Efecto del FitoMas – E en el incremento (%) del área foliar en variedades de cafetos.

Variedad	Jibacoa		
	1er año	2do año	Promedio
Catuai amarillo	1,04	1,04	***1,04***
Caturra rojo	1,26	1,15	***1,20***
Isla 5-3	1,09	1,11	***1,10***
Isla 6-11	1,06	1,01	***1,04***
Laferno	0,95	0,98	***0,97***

CONCLUSIONES

1. Todas las variedades respondieron al FitoMas E pero la respuesta dependió del tipo de suelo.
2. Con respecto al incremento del área foliar por efecto del FitoMas – E las variedades se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno.

REFERENCIAS

1. Montano, R. Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura. Resultado de investigación. Informe técnico. Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), MINAZ. Ciudad de la Habana, 2008.
2. Tomaz Ma, et al. Eficiência de absorção e utilização de boro, zinco, cobre e manganês em mudas enxertadas de cafeeiro. Revista Ceres. 2011, 58: 108-114.
3. Mallikarjun; G; N. S. et al. Distribution efficiency of biomass in arabica coffee genotypes. J. Coffee Res. 201441(1-2): 47 – 60,
4. Worku, M. and Astatkie, T. Growth responses of arabica coffee (Coffea arabica L.) varieties to soil moisture deficit at the seedling stage at Jimma, Southwest Ethiopia. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2010. Volume 8, Issue 1, Pages 195-200
5. Cabos, R.Y.M et al. Evaluation of coffee genotypes for root-knot nematode resistance. Nematropica. 2010. Volume 40, Issue 2., Pages 191-202.
6. Díaz, W et al. Instructivo Técnico Café Arábico. La Habana: INAF. 2013. P. 8-22.
7. Soto, F, Estimación del área foliar en C. arabica L. a partir de las medidas lineales de las hojas. Cultivos Tropicales 1980. 2(3): 115-128.
8. Marana, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. Ciência Rural, 2008. v.38, n.1. p. 39-45.

PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE JASMONATOS Y GIBERELINAS OBTENIDOS POR VÍA MICROBIANA

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF JASMONATES AND GIBERELINES OBTAINED BY MICROBIAL VIA

Autores: Michelena G.*, Tortoló K., Borroto J. F., Castillo G., Delgado G., Legrá S., Armenteros S., Carabeo V., Alvarez X., ICIDCA, Via Blanca no. 804 esq. a Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba,* georgina.michelena@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Las hormonas vegetales controlan el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación de las semillas. Mediante la vía biotecnológica varias fitohormonas pueden ser producidas. En este trabajo se logró la caracterización del perfil de fitohormonas presentes en los caldos microbianos de varias cepas de los hongos *Botryodiplodia theobromae* y *Gibberella fujikuroi* y se determinó concentraciones significativas de jasmonatos y de giberelinas varias veces superior a los reportes de la literatura. Se identificaron y cuantificaron once fitohormonas simultáneamente por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (UHPLC-HESI-MS).
PALABRAS CLAVE: fitohormonas, caracterización, ácido jasmónico, ácido giberélico.

ABSTRACT

Plant hormones control the growth of plants, including their roots, leaf fall, flowering, fruit formation and seed germination. Phytohormones can be produced by biotechnology way. In this work, the characterization of the phytohormones profile present in the microbial broths of the several strains of the fungi *Botryodiplodia theobromae* and *Gibberella fujikuroi* was achieved and the jasmonic and giberelins significatives higher concentrations were determinated. Eleven phytohormones were identified and quantified simultaneously by liquid chromatography coupled to mass spectrometry (UHPLC-HESI-MS).
KEY WORDS: phytohormones, characterization, jasmonic acid, gibberellic acid.

INTRODUCCIÓN

Los reguladores de crecimiento vegetal incrementan en forma directa los niveles endógenos de las fitohormonas lo cual genera cambios en los procesos fisiológicos de las plantas y repercute en el crecimiento, control de floración, fructificación, tuberización y rebrote de hojas principalmente (Albacete, 2008). Entre los reguladores del crecimiento más utilizados en la producción agrícola se encuentran los jasmonatos y las giberelinas (GAs), cuyas formas más utilizadas son el ácido jasmónico y el ácido giberélico (GA_3).

El ácido jasmónico (AJ) es una fitohormona endógena reguladora del crecimiento de plantas. Este se encuentra en muchas especies vegetales y está involucrado en diversas funciones incluyendo la resistencia a plagas y enfermedades y la senescencia.

Las GAs son activas y producen respuesta a concentraciones extremadamente bajas. Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular. Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad de diferentes cepas fúngicas en la formación de fitohormas, fundamentalmente jasmonatos y giberelinas, y caracterizar su perfil productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos utilizados

Se utilizó la cepa del hongo *Botryodiplodia theobromae* (C3 y C4) aislada de cáscara cítrica y conservada en la Colección de Hongos del INIFAT y dos cepas del hongo *Gibberella fujikuroi* (IMI 58289, donada por el Dpto. de Genética de la Universidad de Sevilla, España y 36-1-1).

Medios de cultivo utilizados

Para las cepas de *B. theobromae* la composición del medio en g. L^{-1} fue la reportada por Miersch y col. 1987 y Eng y col. 2003. Para las cepas de *G. fujikuroi l*a composición del medio en g. L^{-1} fue harina de trigo, 80; $MnSO_4$ x $7H_2O$, 1; NH_4NO_3, 0.48; 2 mL de una solución de elementos traza ($FeSO_4$ x $7H_2O$, 0.1 g; $CuSO_4$ x H_2O, 0.015 g; $ZnSO_4$ x $7H_2O$, 0.161 g; $MnSO_4$ x $7H_2O$, 0.01 g $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ x 24 H_2O, 0.01 g; disueltos en 100 mL de H_2O.

Condiciones de cultivo para las cepas de *B. theobromae:* Los cultivos líquidos se prepararon a partir de la inoculación de un cuarto del cultivo sólido del hongo, previamente crecido en placa Petri, con agar de patata y dextrosa (PDA) e incubados por 3 días a 30 ^oC. Los cultivos se incubaron durante 10 días a 30 ^oC, sin agitación.

Condiciones de cultivo para las cepas de *G. fujikuroi*: Un cuarto del cultivo sólido de cada cepa del hongo, previamente crecidas en placas Petri, con agar de patata y dextrosa (PDA) e incubados por 7 días a 30 ^oC. La relación de inoculo fue de 1:10 y se cultivaron a 30 ^oC con agitación a 100 rpm por duplicado durante 168 horas (7 días). Transcurrido el tiempo de fermentación se realizó la separación por centrifugación y se obtuvo el caldo fermentado libre de células.

Patrones comerciales: Ácido jasmónico: (±)-AJ, ácido indol-3-acético (AIA), ácido giberélico (GA3), giberelinas (GA1 y GA4), ácido abscísico (ABA), ácido salicílico (AS), isopentenil adenina (iP), trans-zeatina (*tZ*), ribósido de transzeatina (RZ) y el precursor del etileno, ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC); todos adquiridos a partir de Aldrich o Sigma Chemical Co. (MI, E.U.).

Condiciones cromatográficas para el análisis de fitohormonas: Las muestras y patrones (10 µl) se inyectaron en una columna de fase inversa Accucore (50 x 2.1 mm) con 2.6 µm de tamaño de partícula y se eluye con un flujo de 300 µL/min durante toda la separación utilizando un gradiente de polaridad. La fase móvil A consistió en agua:metanol en una relación (80:20) y la fase móvil B consistió en agua:metanol en una relación (20:80). La condición inicial para el análisis fue de 100% de la fase móvil A. El programa del gradiente de elución por polaridad consistió en 100% de A durante 1 min, un gradiente lineal hasta 100% de B en 5 min, se mantiene constante 100% de B por 3 min y se finaliza con un gradiente lineal hasta 100% de A durante 2 min. La cuantificación de las fitohormonas se realizó con la preparación de una recta de calibrado para cada componente desde 1 a 100 $ng{\cdot}ml^{-1}$ (1, 10, 50, y 100); corregidas por estándares internos deuterados a 10 µg l^{-1}. Los porcientos de recuperación logrados están entre el 92 y 95 %. Los espectros de masas se obtuvieron utilizando el software Xcalibur version 2.2 (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de trascurridos los 7 días de fermentación se obtuvieron los caldos fermentados que se aprecian en la Fig. 1a y 1b correspondientes a la producción de jasmonatos y giberelinas respectivamente. Tanto los caldos fermentados de *B. theobromae* como de *G. fujikuroi* mostraron diferencias de coloración que indican la formación de pigmentos bajo determinadas condiciones. La concentración de fitohormonas de ambos sistemas productivos se muestra en la tabla I.

De las dos cepas de *B. theobromae* estudiadas, la mayor productora de ácido jasmónico (AJ) a los 7 días de cultivo resultó ser la cepa C4 con concentraciones entre 114,5 y 197 mg/L, mientras que la cepa C3 solo alcanzó concentraciones entre 41 y 44 mg/L. La diferencia encontrada puede deberse a la sensibilidad que presentan las cepas de *B. theobromae* al medio de cultivo, principalmente a la naturaleza de la fuente de nitrógeno y al volumen de trabajo para la producción de jasmonatos. En trabajos anteriores (Iñaky y col, 2016; Eng, 2016) encontraron concentraciones de ácido jasmónico que superan 5 – 10 veces las obtenidas en este estudio, pero utilizando el KNO_3 en lugar del $NaNO_3$ y trabajando a volumen de 100 mL de medio en Erlenmeyers de 500mL.

En cuanto al perfil de fitohormonas presente en los caldos de *B. thebromae* se detectó la presencia de ácido abscísico (ABA) en concentraciones entre 0,003 y 0,15 mg/L. Dentro del grupo de las citoquininas se cuantificó la presencia de tZ a los 7 días en concentraciones entre 0,390 y 1,843 mg/L. El ribósido de zeatina y el ACC no se detectaron en ninguna de las muestras estudiadas. Las dos cepas producen AS y AJ. Las mayores concentraciones de AS se cuantificaron en la cepa C-3 con concentraciones entre 0,159 y 0,265 mg/L. Estos resultados coinciden con los reportados por Castillo y col., 2014 y Eng y col, 2016 que indicaron concentraciones similares de algunas de estas fitohormonas.

Relacionando el perfil presente en los caldos de *G. fujikuroi* se encontró la presencia de ácido abscísico (ABA) y AIA en concentraciones más elevadas con respecto a los caldos de *B. theobromae*. El ABA entre 0,217 y 0,446 mg/L y el AIA entre 0,454 y 11,459 mg/L. También se identificó AJ y AS, el AJ en concentraciones entre 2,8 y 7,5 mg/L y el AS entre 0,057 y 0,802 mg/L. La cepa 36-1-1 resultó ser más productora de estas cuatro fitohormonas con respecto a la IMI.

Ambas cepas, IMI y 36-1-1, produjeron trans zeatina a los 7 días de cultivo en concentraciones similares, en un rango entre 301,074 y 405,969 mg/L. El ribósido de zeatina solo se detectó en una réplica de una de las muestras estudiadas, la IMI-1.

El ACC solo se detectó en la muestra 36-1-1 a muy baja concentración. La isopentenil adenina, se produjo en concentraciones entre 0,888 y 2,177 mg/L, siendo la cepa IMI 58289 la de mayor concentración.

Respecto a las dos cepas de *G. fujikuroi* estudiadas, la cepa IMI 58289 resultó ser alta productora de ácido giberélico (GA3) con concentraciones entre 1793 y 2105 mg/L. Esta cepa también produjo elevadas concentraciones de GA4, entre 1040 y 1088 mg/L y GA1 en concentraciones entre 381 y 471 mg/L. Sin embargo, la cepa 36-1-1 produjo muy bajas concentraciones de las giberelinas GA3 (entre 1,6 y 5 mg/L), GA1 (entre 0,3 y 0,8 mg/L) y GA4 (entre 0,8 y 2,3 mg/L).

Estos resultados están acordes al comportamiento tan diferente que mostraron ambas cepas al ser cultivadas, donde la cepa IMI 58289 mostró una coloración rojizo-naranja y no se apreció la presencia de conidios en los caldos; mientras que la cepa 36-1-1 mostró una alta presencia de conidios y casi no aparece coloración en el caldo de cultivo, según se puede apreciar en la figura 1b.

La producción de ácido giberélico lograda por la cepa IMI 58289 fue varias veces superior a la informada por varios autores, cuyas producciones promedios no superaban los 560 mg/L (Molina y Murillo, 1995).

Figura 1a. Caldos fermentados de *B. theobromae* con las cepas C3 y C4 y con 1b con *G. fujikuroi* con las cepas IMI 58289 y 36-1-1.

Tabla 1. Cuantificación de las fitohormonas presentes en los caldos fermentados de cepas de hongos estudiadas

Cepa	*ACC*	*t-Z*	*RZ*	*iP*	*GA1*	*GA3*	*GA4*	*AIA*	*ABA*	*AJ*	*AS*
C3-1	NF	0,39	NF	NF	NF	NF	NF	NF	0,005	44,48	0,159
C3-2	NF	0,747	NF	0,015	0,074	NF	0,093	NF	0,157	41,473	0,265
C4-1	0,299	1,672	NF	NF	NF	Nf	NF	NF	0,005	196,893	0,141
C4-2	NF	0,761	NF	NF	NF	0,006	NF	NF	0,004	114,53	0,083
IMI-1	NF	301,07	0,37	1,805	470,97	2104,83	1088,54	0,368	0,368	3,892	0,074
IMI-2	NF	405,96	NF	2,177	381,11	1793,22	1039,89	0,217	0,217	2,806	0,057
36-1-1 (1)	0,036	378,74	NF	0,888	0,816	4,91	2,35	0,26	0,26	7,516	0,16
36-1-1 (2)	NF	355,77	NF	0,752	0,262	1,63	0,799	0,446	0,446	6,604	0,802

CONCLUSIONES

1. Se logró la caracterización del perfil de fitohormonas presentes en los caldos microbianos de varias cepas de los hongos *B. theobromae* y *G. fujikuroi*. Se demostró que las cepas de *B. theobromae* producen concentraciones significativas de jasmonatos, siendo superior la C4, mientras que la de *G. fujikuroi* IMI 58289 incrementa las concentraciones de giberelinas varias veces a los reportes de la literatura, en las condiciones estudiadas.

2. Se identificaron y cuantificaron once fitohormonas (ACC, AJ, AIA, iP, GA3, GA1, GA4, Z, RZ, AS, ABA) simultáneamente por UHPLC-HESI-MS en caldos de cepas de los hongos *B. theobromae* y *G. fujikuroi.*

REFERENCIAS

1. Albacete A, Ghanem ME, Martínez-Andújar C, Acosta M, Sánchez-Bravo J, Martínez V, Lutts S, Dodd IC, Pérez-Alfocea F. (2008). Hormonal changes in relation to biomass partitioning and shoot growth impairment in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *J Exp Bot* 59: 4119-4131.
2. Castillo G., Torrecillas A., Nogueiras C., Michelena G., Sánchez Bravo J, Acosta M. (2014) Simultaneous Quantification of Phytohormones in Fermentation Extracts of *Botryodiplodia theobromae* by Liquid Chromatography–electrospray Tandem Mass Spectrometry. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 30:1937–1946, DOI 10.1007/s11274-014-1612-5.
3. Eng, F., Gutiérrez-Rojas, M., Favela-Torres, E. (1998). Culture conditions for jasmonic acid and biomass production by *Botryodiplodia theobromae* in submerged fermentation. *Process Biochem* 33, 715-720.
4. Eng F., Haroth S., Feussner K., Meldau D., Rekhter D., Ischebeck T., et al. (2016) Optimized Jasmonic Acid Production by Lasiodiplodia theobromae Reveals Formation of Valuable Plant Secondary Metabolites. PLoS ONE 11(12): e0167627. doi:10.1371/journal.pone.0167627
5. Iñaky E., Michelena-Álvarez G., Iliná A., Borjas-Ramos J., Hernández-Castillo F. D., Martínez-Hernández J. L. (2016) Uso de *Botryodiplodia theobromae* como productor de ácido jasmónico en dos sistemas de fermentación. *Revista Mexicana de Micología* vol. 44: 1-9.
6. Molina M., Murillo A. (1995) Producción de ácido giberélico mediante fermentación utilizando el hongo *Gibberella fujikuroi*. Ingeniería, 5 (2): 63 – 70.
7. ~~7.~~

EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO GA_3 (ICIDCA) SOBRE VARIABLES MORFOLÓGICAS EN VITROPLANTAS DE PIÑA (*ANANAS COMOSUS*) MD-2 DURANTE LA FASE DE ACLIMATIZACIÓN

EFFECT OF GIBBERELLIC ACID GA_3 (ICIDCA) ON MORPHOLOGICAL VARIABLES IN PINEAPPLE VITROPLANTS (*ANANAS COMOSUS*) MD-2 DURING ACCLIMATIZATION PHASE

Lorente G*. Rodríguez R., Rodríguez-Escriba R.C., Izquierdo R.E., Pérez L.S., Nápoles L., González-Olmedo J.L.
Laboratorio de Agrobiología, Centro de Bioplantas * e-mail: gustavolg@bioplantas.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto sobre variables morfológicas de plantas de piña MD-2 micropropagadas de una única aplicación de ácido giberélico GA3 obtenido de dos cepas (cepa 36-1-1 y cepa 36-1-2) procedentes del ICIDCA en comparación con el ácido giberélico producido por la firma BDH. Se evaluaron al comienzo y final del experimento las siguientes variables: Longitud de la planta (cm), Número de hojas, Diámetro del tronco (cm), Número de raíces, Longitud de la hoja ¨D¨ (cm), Ancho de la hoja ¨D¨ (cm), Masa fresca de la planta (g), Masa seca de la planta (g), Masa fresca de las raíces (g) y Masa seca de las raíces (g). Se encontraron diferencias significativas entre el tiempo 0 y los 45 días de plantadas las vitroplantas pero no se observaron diferencias entre las cepas (ICIDCA) y el control (BDH). La cepa 36-1-1 aplicada a 17 mg L^{-1} mostró los mayores valores en la mayoría de las variables evaluadas.
PALABRAS CLAVE: ácido giberélico, cepa productora, piña, crecimiento

ABSTRACT

In the present work was evaluated the effects of a single application of gibberellic acid GA_3 obtained from two strains (strain 36-1-1 and strain 36-1-2) from ICIDCA compared to the gibberellic acid produced by the BDH firm on the morphological variables of micropropagated MD-2 pineapple vitroplants. The following variables were evaluated at the beginning and end of the experiment: Plant length (cm), Number of leaves, Stem diameter (cm), Number of roots, ¨D¨ Leaf length (cm), ¨D¨ Leaf width (cm), Fresh mass of plant (g), Dry mass of plant (g), Fresh mass of root (g), Dry mass of root (g). Significant differences were found between time 0 and 45 days of planted but no differences were observed between the strains (ICIDCA) and the control (BDH)= at the end of experiment. The 36-1-1 strain applied to 17 mg L^{-1} showed the highest values in most of the variables studied.
KEY WORDS: gibberellic acid, producer strain, pineapple, growth.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Bioplantas está enfocado en el desarrollo de un programa de producción de semilla básica del híbrido de piña MD-2 a partir de protocolos de micropropagación (Escalona *et al.*, 1999; Yanes *et al.*, 2001) y aclimatización (Pino *et al.*, 2014) establecidos por el Laboratorio de Escalado y Transferencia Tecnológicas, con el objetivo de incrementar el área plantada de este cultivo en la provincia, principalmente en el sector campesino. Durante la fase de aclimatización es necesario llevar las plantas a un estado fisiológico favorable que las prepare para soportar las drásticas y estresantes condiciones de campo y además

se necesita que el tiempo de las plantas en esta etapa sea el menor posible para mejorar los índices de productividad del proceso (Rodríguez-Escriba *et al.*, 2015).
Una forma de acelerar el crecimiento de las plantas y con ello disminuir el tiempo en la fase de aclimatización de la piña, es el empleo de reguladores del crecimiento (Yanes *et al*., 2000). Dentro de este grupo de reguladores del crecimiento se encuentran las giberelinas, las cuales son hormonas vegetales que intervienen en el alargamiento celular y la maduración de los frutos por lo que es posible su utilización para estimular el crecimiento de las plantas durante la fase de aclimatización.
En el Centro de Bioplantas se realizó un trabajo previo de la utilización de GA_3 procedente de distintas fuentes para aumentar el crecimiento de la piña Cayena lisa c.v. Serrana, en los cuales se utilizaron altas dosis de GA_3 procedentes de marcas comerciales (BDH) y de cepas productoras de ácido giberélico obtenidas en el Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) (Yanes *et al.*, 2001).
El objetivo de esta investigación fue evaluar en un corto período de tiempo (45 días) el efecto sobre variables morfológicas de plantas de piña MD-2 micropropagadas de una única aplicación de ácido giberélico GA_3 obtenido de dos cepas (cepa 36-1-1 y cepa 36-1-2) procedentes del ICIDCA en comparación con el ácido giberélico producido por la firma BDH Chemicals Ltd. Poole England.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en las áreas del de aclimatización del Centro de Bioplantas, en la Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez" (41°53´N, 78°41´W, 45 m a.s.l.) durante el período comprendido entre los meses de Marzo y Mayo 2016.

Material vegetal utilizado

Se utilizaron plantas de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) 'MD-2' micro-propagadas según el protocolo propuesto por Daquinta y Benegas (1997) partiendo de las yemas de la corona como explantes.
Las plantas fueron seleccionadas según las siguientes características morfológicas: Plantas de 4,0 cm de altura, de 7 a 8 g de masa fresca y con un promedio de 5 a 6 hojas (Escalona *et al.*, 2003). Las plantas fueron introducidas en una solución de Previcur Energy® (Bayer Crop Science) a concentración de 3 ml L^{-1} durante 5 minutos, luego se plantaron en bolsas plásticas de 250 cm^3 con una mezcla de sustrato de suelo ferralítico rojo y cachaza 1:1 (v:v) (Villalobos *et al.*, 2012). Las plantas se aclimataron durante un mes a una humedad relativa del 80%±3%, 25.5ºC±2˚C de temperatura y 400±25 µmol $m^{-2}s^{-1}$ de flujo de fotones fotosintéticamente activos. El riego se realizó utilizando la técnica de microasperción por un tiempo de 30 minutos al día comenzando a las 9:00 am.

Aplicación del tratamiento hormonal

Se realizó una aplicación foliar en hora de la mañana utilizando un asperjador y recibiendo 1 mL de solución final por planta, previamente se realizó un riego de 10 minutos con aspersores. Se aplicaron en total 10 mL por tratamiento, a 10 plantas (1 mL pta^{-1}). Los tratamientos quedaron constituidos de la siguiente forma.

1- **Tatamiento control:** Se asperjó agua en lugar de hormona.
2- **Tratamiento con hormona comercial:** Se aplicó una solución de ácido giberélico a una concentración de 50 mg L^{-1} (GA_3 BDH según Yanes *et al.,* 2001).
3- **Tratamiento con cepa 36-1-2:** Solución procedente del ICIDCA con una concentración de 17 mg L^{-1} de GA_3.
4- **Tratamiento cepa 36-1-1**: procedente del ICIDCA con concentraciones de GA_3 de 17, 34 y 50 mg L^{-1}.

Variables evaluadas

Se realizaron evaluaciones al momento de la siembre (0 días) y a los 45 días en la fase de aclimatización. Se analizaron las siguientes variables morfológicas:

Longitud de la planta (cm), Número de hojas, Diámetro del tronco (cm), Número de raíces, Longitud de la hoja ¨D¨ (cm), Ancho de la Hoja ¨D¨ (cm), Masa fresca de la planta (g), Masa seca de la planta (g), Masa fresca de las raíces (g) y Masa seca de las raíces (g).

Análisis estadísticos realizados.
El análisis estadístico se realizó mediante one-way Anova seguido por prueba de rangos múltiples de Tukey´s para determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los efectos de las aplicaciones foliares en plantas de piña durante la fase de aclimatización.

Tabla 1. Resultados de las variables morfológicas según los tratamientos hormonales aplicados.

Tratamiento		Long. planta (cm)	Núm. hojas	Diámetro tronco (mm)	Número raíces	Long. Hoja ¨D¨ (cm)	Ancho Hoja ¨D¨ (mm)
0 días		9.06 b	6.2 c	10.9 b	6.8 b	7.56 b	16.4 b
45 días	Control	13.01 a	10.2 ab	14.3 a	9.2 ab	11.65 a	21.0 a
	BDH (**50 mg L^{-1}**	12.66 a	9.7 ab	14.0 a	7.4 ab	11.35 a	19.9 ab
	36-1-2 **(17 mg L^{-1})**	13.51 a	9.9 ab	14.6 a	9.8 a	12.04 a	20.1 ab
	36-1-1 **(17 mg L^{-1})**	13.88 a	10.5 a	14.6 a	8.7 ab	12.45 a	21.2 a
	36-1-1- **(34 mg L^{-1})**	13.33 a	8.7 b	14.2 a	9.8 a	11.86 a	20.1 ab
	36-1-1 **(50 mg L^{-1})**	13.14 a	9.8 ab	13.8 a	8.3 ab	11.73 a	19.1 ab

Letras diferentes representan diferencias significativas tras una ANOVA y una prueba de Tukey para un nivel de confianza del 95 %. Cada valor representa la media de 10 valores

En la tabla se aprecia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y las plantas control para la mayoría de las variables evaluadas, pero sí entre los tratamientos y el momento cero de aplicación de la hormona, aunque no fue tan marcada en las variables número de raíces y ancho de la hoja ¨D¨.
No obstante a no existir diferencias significativas entre los tratamientos, la aplicación de 17 mg L^{-1} de la cepa 36-1-1 presentó los mayores valores de longitud de la planta, número de hojas, diámetro del tronco, longitud de la hoja ¨D¨, ancho de la hoja ¨D.
Según Yanes *et al.* (2001), los cuales utilizaron dosis de ácido giberélico de 50, 100, 150 y 200 mg L^{-1}, obtuvieron a los 98 día para la dosis de 50 mg L^{-1} una longitud de la hoja ¨D¨ de 12.5 cm y un ancho de 0.9 cm, mientras que en este trabajo tras 45 días se obtuvo una longitud máxima de 12.45 cm, bajo el tratamiento de la cepa 36-1-1 con una concentración de 17 mg L^{-1} y un ancho de la hoja ¨D¨ muy superior en todos los casos siendo el mayor valor de 21.2 mm (2.12 cm) para esta misma cepa.
Este mismo autor al utilizar una mezcla producida por el ICIDCA con una concentración de 100 mg L^{-1}, obtuvo valores de 7.8 cm de longitud de la hoja ¨D¨ y un ancho de 2.0 cm (20 mm), si se compara con lo obtenido en el caso de la cepa 36-1-1, se puede observar que los valor de longitud alcanzados por las hojas ¨D¨ fue mayor y aunque el ancho de la hoja es muy parecido, aun siendo la concentración aproximadamente 5 veces menor.
En el caso de la piña a pesar de que se necesita un crecimiento de las hojas, es conveniente que las mismas también aumenten su ancho para prepararse para las fuertes condiciones a las que se someterán en el campo.
En cuanto al resto de las variables morfológicas analizadas (tabla 2), se mostró un comportamiento similar a los resultados anteriores.

Tabla 2. Resultados de las masas frescas y secas de las plantas y las raíces según los tratamientos hormonales aplicados.

Tratamiento	Masa fresca planta (g)	Masa seca planta (g)	Masa fresca raíces (g)	Masa seca raíces (g)
0 Días	7.5067 b	0.6749 c	0.9300 b	0.1164 b
Control	15.639 a	1.5160 ab	1.5740 a	0.2390 a
BDH (**50 mg L^{-1}**	13.680 a	1.2426 b	1.1990 ab	0.2013 ab
36-1-2 **(17 mg L^{-1})**	16.678 a	1.5174 ab	1.3960 ab	0.2390 a
36-1-1 **(17 mg L^{-1})**	17.105 a	1.7288 a	1.1140 b	0.2513 a
36-1-1- **(34 mg L^{-1})**	15.874 a	1.5170 ab	1.0350 b	0.2185 a
36-1-1 **(50 mg L^{-1})**	15.603 a	1.4313 ab	1.0944 b	0.1895 ab

Letras diferentes representan diferencias significativas tras una ANOVA y una prueba de Tukey para un nivel de confianza del 95 %. Cada valor representa la media de 10 valores.

La tabla muestra que la masa fresca de la planta, masa seca de la planta difieren estadísticamente de las plantas del tratamiento de cero días, no mostrando el mismo comportamiento para las plantas control, donde la masa seca de la raíz alcanza los más elevados valores aunque no difieren de BDH y la cepa ICIDCA 32-1-2 a la dosis de 17 mg L^{-1}. El empleo del GA_3 producido por ICIDCA 36-1-2 a la dosis de 17 mg L^{-1} mostró diferencias significativas con el tratamiento de la BDH en la variable masa seca de la planta. Por otro lado esta misma dosis y el tratamiento de la BDH no mostraron diferencias significativas en las masa fresca de la raíces con respecto a las plantas control, pero sí de este último con los tratamientos del producto 36-1-1 a todas las dosis evaluadas. Esto pudiera deberse que la hormona afectó fundamentalmente la parte foliar de la planta.

CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos realizados y las plantas control del experimento, aunque sí entre los tratamientos y el tiempo cero del mismo. Es significativo destacar que el tratamiento con la cepa ICIDCA 36-1-1 a 17 mg L^{-1} mostró los mayores valores en casi todas la variables estudiadas aunque no existieran diferencias significativas.

REFERENCIAS

Escalona, M., Lorenzo, J., González, B., Daquinta, M., González, J., Desjardins, Y., y Borroto, C. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) micropropagation in temporary immersion systems. *Plant cell reports,* 1999, *18*, 9, 743-748.ISSN: 0721-7714

Yanes, E., González-Olmedo, J., y Rodríguez Sánchez, R. Empleo de Giberelinas y fertilización foliar durante la aclimatización de vitroplantas de Piña Cayena Lisa c.v. ¨Serrana¨. *Biotecnología Vegetal,* 2001, *1*, enero-abril, 23-28.ISSN: 1609-1841

Pino, Y., Concepción, O., Santos, R., González-Olmedo, J. L., y Rodríguez, R. Effect of Previcur® Energy Fungicide on MD-2 Pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*) Plantlets During the Acclimatization Phase *Newsletter of the Pineapple Working Group,* 2014, 21, 23-27.ISSN:

Rodríguez-Escriba, R. C., Rodríguez, R., López, D., Lorente, G. Y., Pino, Y., Aragón, C. E., Garza, Y., Podestá, F. E., y González-Olmedo, J. L. High Light Intensity Increases the CAM Expression in "MD-2" Micro-Propagated Pineapple Plants at the End of the Acclimatization Stage. *American Journal of Plant Sciences,* 2015, *6*, 19, 3109.ISSN: 2158-2750

Daquinta, M., y Benegas, R. Brief review of tissue culture of pineapple. *Pineapple Newsl,* 1997, *3*, 7.ISSN:

Escalona, M., Samson, G., Borroto, C., y Desjardins, Y. Physiology of effects of temporary immersion bioreactors on micropropagated pineapple plantlets. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant,* 2003, *39*, 6, 651-656.ISSN: 1054-5476

Villalobos, A., González-Olmedo, J., Santos, R., y Rodríguez, R. Morpho-physiological changes in pineapple plantlets [*Ananas comosus* (L.) Merr.] during acclimatization. *Ciência e Agrotecnologia,* 2012, *36*, 624-630.ISSN: 1981-1829

EFECTOS DE APLICACIONES DE BIOJAS® EN PLANTAS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS

EFFECTS OF BIOJAS® APPLICATIONS ON PLANTS UNDER STRESS CONDITIONS

González-Olmedo, J. L.*[1], Moreno, A.[2], Rodríguez, R.[1], Michelena, G.[3]

[1]Centro de Bioplantas, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. * justo@bioplantas.cu
[2]Universidad de Machala, El Oro, Ecuador.
[3]ICIDCA, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Para introducir incrementos en las producciones de plátanos es necesario asegurar la expresión de sus mecanismos de defensa a enfermedades fungosas. Las aplicaciones de ácido jasmónico, en este caso **Biojas®,** lograron estos efectos. Se evaluaron respuestas ante el estrés abiótico (tránsito *in vitro-ex vitro*) durante la aclimatización, y en la misma fase ante inoculaciones con un aislado de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2. Aplicar el **Biojas®** (ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) indujo respuestas defensivas que disminuyeron los síntomas en las hojas de plantas de plátano clon CEMSA ¾ provocados por el hongo en condiciones de aclimatización, promovió hojas con un intercambio gaseoso más eficiente al fijar más CO_2 con menores pérdidas de agua, y demostró que la defensa es un proceso multifactorial que incluye reacciones del metabolismo oxidativo catalizadas por SOD, y del metabolismo fenólico por la acción cuantitativamente inferior de la PAL.
Palabras claves: *plátanos, ácido jasmónico, defensa, hongo.*

ABSTRACT

To insert the augments on plantain productions is necessary to ensure the expression of its defense mechanisms versus fungal diseases. Jasmonic acid applications, in this case **Biojas®,** reached these effects. Abiotic stress responses (transition *in vitro-ex vitro*) were evaluated during acclimatization, also when plantain plants were inoculated with *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* strain 2. Applying **Biojas®** (jasmonic acid, 1 mg L^{-1}) induced defensive responses that diminished which reduced leaf symptoms caused by the fungus under acclimatization conditions, moreover promoted leaves with a more efficient gas exchange by fixing more CO_2 with lower water losses, and showed that defense is a multifactorial process which includes reactions of oxidative metabolism catalyzed by SOD, and phenolic metabolism by quantitatively lower action of PAL.
Key words: *plantain, jasmonic acid, defense, fungus.*

INTRODUCCIÓN

La producción comercial de clones de Musa spp. es muy importante en numerosos países porque es un alimento básico para los pobladores y una fuente de ingreso por las exportaciones, sin embargo sus rendimientos se disminuyen por la presencia de enfermedades de origen fúngico. En la biotecnología el empleo de bioproductos como el ácido jasmónico para inducir respuestas de defensa en las plantas ante el estrés abiótico y biótico, permite utilizar alternativas que responden a tecnologías limpias que no afecten el ambiente. Con estas premisas se ejecutó esta investigación con el objetivo de determinar los aspectos fisiológicos y bioquímicos de la respuesta defensiva provocada por ácido jasmónico **Biojas®** en plantas de plátano *(Musa* AAB) clon CEMSA 3/4 durante la aclimatización y contra *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense* raza 2.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron plantas provenientes de biorreactores de inmersión temporal (BIT) y las evaluaciones se realizaron durante la aclimatización. Se determinó el efecto de aplicaciones exógenas de ácido jasmónico (1 y 2 mg L^{-1}) frente al estrés abiótico que representa la transición *in vitro-ex vitro* en indicadores fisiológicos y bioquímicos en las hojas, y la mejor dosis en la inducción de mecanismos de defensa en las plantas tratadas.

Procedimientos:

Material vegetal: plátano clon CEMSA ¾ (*Musa* AAB), plantas micropropagadas a partir de las originalmente provenientes del banco de germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT).
Cultivo en BIT según resultados previos de Aragón *et al.* (2005), incluyendo 14 días en aclimatización.
Biojas®: nombre comercial del producto con ácido jasmónico producido por el ICIDCA a partir de fermentaciones por hongos *Botryodiplodia theobromae.* Se aplicó en tiempo considerado 0 en la investigación.
Aislado de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 perteneciente al grupo de compatibilidad vegetativa (GCV) 0124 que se logró a partir de plantas enfermas del cultivar Burro CEMSA (grupo ABB, susceptible), procedentes del Banco de Germoplasma de Banano del INIVIT. El aislamiento del hongo se realizó a partir de la corteza exterior y del cilindro central de las plantas enfermas. La identificación de la raza y el grupo de compatibilidad vegetativa del aislado se llevó a cabo por especialistas del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Se inoculó en raíces de las plantas seleccionadas a las 24 horas de iniciada la investigación, por lo tanto al día siguiente de aplicado el Biojas®.
Los indicadores fisiológicos: fotosíntesis neta (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) y la transpiración total (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}) con el equipo CIRAS-2 (Sistema Portátil de Fotosíntesis, Europa, PP Systems, UK) acoplado a una cubeta universal (PLC6 de 2.5 cm^2). Fecha de medición: día 42 de la aclimatización (28 de la investigación) a las 09:00 horas.
Los indicadores bioquímicos: Actividad superóxido dismutasa (SOD) (EC 1.15.1.1) (McCord y Fridovich, 1969). Actividad fenilalanina amonio-liasa (PAL) (EC 4.3.1.5) (Jorrin y Dixon, 1990). Contenido de proteínas solubles (Bradford, 1976). Fecha de medición: día 42 de la aclimatización (28 de la investigación) a las 09:00 horas.
El análisis estadístico de los resultados se obtuvo con el empleo del utilitario *"Statistical Package for Social Science"* (SPSS) versión 11.5. En el pie de cada tabla aparecen los análisis y las transformaciones de los datos que se utilizaron en cada caso.

RESULTADOS
Los resultados relativos a los efectos de la aplicación del bioproducto durante la aclimatización se muestran a continuación. En primer lugar la tabla 1 refiere los datos relacionados con las dos dosis ensayadas sobre la supervivencia y comportamiento foliar.

Tabla I. Efectos de las dosis del ácido jasmónico Biojas® sobre la supervivencia y la emisión foliar.

Biojas® (1mg L^{-1})	% de Supervivencia*	Número de hojas
0	92 b	4.6 b
1	96 a	5.6 a
2	96 a	4.12 b
ES	0.12	0.05

*Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, $p \leq 0.05$). n=120, * dato transformado según $y' = 2 \arcsen ((y/100)^{0.5})$.*
Como se aprecia el bioproducto elevó la supervivencia de las plantas en los primeros 28 días en la fase de aclimatización y la dosis más baja además favoreció la emisión de nuevas hojas. Es una evidencia más de la acción antiestresante del **Biojas®.** No obstante se reconoce que puede implicar cambios en elementos vinculados con la fotosíntesis no siempre favorables (Poonam *et al*., 2013**),** a tenor de ellos se interpretan los resultados de la tabla 2.

Tabla II. Efectos de las dosis de ácido jasmónico Biojas® sobre el intercambio gaseoso foliar.

Biojas® (1mg L^{-1})	**Fotosíntesis** (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	**Transpiración** (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	**Conductancia Estomática** (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})
0	7 a	1 a	60 a
1	7 a	0.5 b	30 b
2	3 b	0.4 b	30 b
ES	0.11	0.14	0.11

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, $p \leq 0.05$). n=120.
Los resultados demuestran que los efectos dependen de la dosis. La más baja favoreció la mejor combinación de fotosíntesis/transpiración, fijación de asimilatos con menor pérdida de agua, también

asociado con la más baja conductancia estomática. La mayor dosis parece que motivó cambios no favorables a pigmentos y fotosistemas que redujeron la actividad fotosintética. De esta forma se demuestra la utilidad de emplear el Biojas® a la dosis baja para evaluar además sus efectos ante situaciones estresantes bióticas, cuyos resultados se muestran en las tablas siguientes.

Tabla III. Manifestaciones foliares en plantas de plátano clon CEMSA ¾ con cuatro combinaciones de dosis de Biojas® y de inoculaciones con *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 en el día 28 (42 de la aclimatización).

Biojas® (1mg L^{-1})	Inoculación	Hojas marchitas/planta	Plantas con hojas marchitas
0	NO	0	0
0	SI	2 a	1 a
1	NO	0	0
1	SI	0.5 b	0.4 b
ES		0.04	0.02

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, $p \leq 0.05$). n=120,

Biojas® redujo los valores de las hojas marchitas en las plantas inoculadas con el hongo después del día 14 según la evaluación realizada a los 21 días (día 35 en la fase de aclimatización). Aunque no se lograron igualar los niveles del testigo, la reducción es aún más notoria a los 28 días de experimentación.

No caben dudas del efecto positivo de este producto en el control de la marchitez que provoca en las hojas la presencia del hongo *Fusarium oxysporum f. sp cubense* raza 2 en las plantas de plátano previamente tratadas, lo que evidencia su empleo eficiente con acción protectora ante esta enfermedad fungosa, como antes se valoró ante plagas (Nabity *et al*., 2013).

El significado de la disminución de la presencia de la patología en las hojas en términos del importante intercambio gaseoso que se desarrolla en estos órganos se muestra en la tabla 4.

Tabla IV. Intercambio gaseoso en plantas de plátano clon CEMSA ¾ con cuatro combinaciones de dosis de Biojas® y de inoculaciones con *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 en el día 28 (42 de la aclimatización).

Biojas® (1mg L^{-1})	Inoculación	Fotosíntesis ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Transpiración ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)
0	NO	14 a	0.9 a
0	SI	1 d	0.4 b
1	NO	8 b	0.4 b
1	SI	5 c	0.2 c
ES		0.14	0.02

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, $p \leq 0.05$). n=120,

Las aplicaciones de Biojas® (ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) a plantas de plátano (*Musa* AAB) clon CEMSA ¾, disminuyeron los niveles de asimilación de CO_2 en las plantas que nunca fueron inoculadas. Esta respuesta se ha identificado previamente con la inducción de enzimas degradantes de clorofilas y su implicación en los fotosistemas involucrados en actividad fotosintética (Poonam *et al*., 2013). Sin embargo la manifestación de la enfermedad fungosa reduce mucho más este proceso vital para las plantas, mientras que las previamente tratadas con la formulación de jasmonatos atenuaron los efectos estresantes de la patología con una capacidad fotosintética seis veces superior a las de las plantas sin la acción protectora del producto.

La transpiración también se redujo en las hojas de los grupos de plantas tratadas con Biojas®, se hizo evidente que el intercambio gaseoso fue más eficiente al fijar más CO_2 con menores pérdidas de agua. En especial los efectos del producto fueron muy favorables en esta proporción en las plantas inoculadas con el hongo, justificando su acción protectora en este proceso fisiológico.

Las aplicaciones de Biojas® (ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) a plantas de plátano clon CEMSA ¾, atenuaron los efectos estresantes en esta etapa de transición *in vitro-ex vitro* porque también promueven hojas con un intercambio gaseoso más eficiente en cuanto a la fijación del CO_2 con menores pérdidas de agua.

La participación de enzimas involucradas en mecanismos de defensa puede ayudar a la interpretación de estos efectos, son los resultados expuestos en las siguientes tablas.

Tabla V. Actividad de la superóxido dismutasa en plantas de plátano clon CEMSA ¾ con cuatro combinaciones de dosis de Biojas® y de inoculaciones con *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 en el día 28 (42 de la aclimatización).

Biojas® (1mg L^{-1})	Inoculación	Actividad Enzimática (U mg^{-1} MF)	Concentración Proteínas (mg prot g^{-1}MF)	Actividad Específica (U mg^{-1} proteína)
0	NO	2.2ab	10 b	0.2 b
0	SI	2.3ab	18 a	0.1 c
1	NO	1.1 b	12 b	0.08 c
1	SI	2.7 a	10 b	0.3 a
ES		0.07	0.47	0.02

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, p≤0.05). n=6,

Tabla VI. Actividad de la fenilamonio liasa en plantas de plátano clon CEMSA ¾ con cuatro combinaciones de dosis de Biojas® y de inoculaciones con *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 2 en el día 28 (42 de la aclimatización).

Biojas® (1mg L^{-1})	Inoculación	Actividad Enzimática (U mg^{-1} MF)	Concentración Proteínas (mg prot g^{-1}MF)	Actividad Específica (U mg^{-1} proteína)
0	NO	2.2ab	10 b	0.2 b
0	SI	2.3ab	18 a	0.1 c
1	NO	1.1 b	12 b	0.08 c
1	SI	2.7 a	10 b	0.3 a
ES		0.07	0.47	0.02

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, p≤0.05). n=6,

La igualdad de los contenidos de las proteínas solubles en las plantas sin tratar con ácido jasmónico ni el hongo y aquellas con aplicaciones de ambos, permite la mejor comparación de las respuestas enzimáticas como mecanismos bioquímicos defensivos. Las actividades específicas de SOD y PAL fueron las mayores en el segundo grupo de plantas antes citado.

Biojas® indujo reacciones de defensa en las plantas de plátano de este estudio que justifican la reducción de los síntomas que se evaluaron en las mismas ante la inoculación del hongo. Estas son las primeras evidencias de la inducción de estos mecanismos en *Musa* producto de aplicaciones exógenas de ácido jasmónico. La acción de enzimas como la PAL después de la inoculación fúngica, pudo provocar incrementos en fenoles involucrados en la lignificación de las células como antes se ha asociado también por elicitación con ácido jasmónico (Jalalpour *et al.,* 2014). Esta es considerada la primera línea de defensa contra un amplio rango de patógenos. Además la elevada actividad de enzimas oxidativas, en este caso la SOD, se asocia con mecanismos de defensa para detoxificar especies reactivas del oxígeno, rasgo común de condiciones estresantes y en específico ante el ataque patogénico. La actividad SOD superó cuantitativamente y ejerció efectos presumiblemente más tempranos (Hancock *et al.,* 2001) que la actividad PAL en defensa de las plantas de plátano ante el ataque de *F. oxysporum f. sp cubense* raza 2.

En la tabla 7 se completa la información relativa al comportamiento del metabolismo de fenoles.

Tabla VII. Compuestos fenólicos en plantas de plátano clon CEMSA ¾ con cuatro combinaciones de dosis de Biojas® y de inoculaciones con *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 2 en el día 28 (42 de la aclimatización).

(Biojas® (1mg L^{-1})	Inoculación	Fenoles libres (mg g^{-1} MF)	Fenoles asociados a pared celular (mg g^{-1} MF)
0	NO	7 b	32 b
0	SI	4 c	20 c
1	NO	7.5 b	33 b
1	SI	10 a	42 a
ES		0.27	1.17

Letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, p≤0.05). n=6

Los datos corroboran que la acción de enzimas como la PAL después de la inoculación fúngica, pudo provocar incrementos en fenoles involucrados en la lignificación de las células como antes se ha asociado también por elicitación con ácido jasmónico (Jalalpour *et al.,* 2014), mientras enzimas como las

polifenoloxidasas tendrían una menor actividad en el metabolismo donde catalizan la conversión de fenoles a sus correspondientes quinonas, que son compuestos altamente reactivos que finalmente se polimerizan a melaninas (Dávila *et al*., 2016). En suspensiones celulares de *Taxas baccata*, el metiljasmonato estimuló la producción de compuestos fenólicos y en paralelo, en las células elicitadas se apreció un incremento de la actividad enzimática PAL, lo que lo evidencia como un efectivo elicitor (Jalalpour *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

1. El Biojas® (ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) indujo respuestas defensivas que disminuyeron los síntomas en las hojas de plantas de plátano clon CEMSA ¾ provocados por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 en condiciones de aclimatización.
2. Las aplicaciones de Biojas® (ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) a plantas de plátano (*Musa* AAB) clon CEMSA ¾, atenuaron los efectos estresantes en la transición *in vitro-ex vitro* porque promueven hojas con un intercambio gaseoso más eficiente al fijar más CO_2 con menores pérdidas de agua y en especial en las inoculadas con el hongo.
3. La inducción de respuesta defensiva por Biojas®_(ácido jasmónico, 1 mg L^{-1}) en plantas de plátano clon CEMSA ¾ inoculadas con *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 2 es un proceso multifactorial que incluye reacciones del metabolismo oxidativo catalizadas por SOD, y del metabolismo fenólico por la acción cuantitativamente inferior de la PAL.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aragón, C.E.; M. Escalona; I. Capote; D. Pina; I. Cejas; R. Rodríguez; M.J. Cañal; J. Sandoval; S. Roels; P. Debergh; J. González-Olmedo. 2005. Photosynthesis and carbon metabolism in plantain (*Musa AAB*) plantlets growing in temporary immersion bioreactors and during *ex vitro* acclimatization. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. 41: 550–554.
2. McCord, J.; I. Fridovich. 1969. Superoxide dismutase: an enzymic function for erythrocuprein. J. Inorg. Biochem. 244: 6049-6055.
3. Jorrin, J.; R.A. Dixon. 1990. Stress Responses in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). II. Purification, Characterization, and Induction of Phenylalanine Ammonia-Lyase Isoforms from Elicitor-Treated Cell Suspension Cultures. Plant Physiology. 92:447-455
4. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72: 248-254.
5. Poonam, S.; H. Kaur; S. Geetika. 2013. Effect of Jasmonic Acid on Photosynthetic Pigments and Stress Markers in *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Seedlings under Copper Stress. American Journal of Plant Sciences, Vol. 4 No. 4: 817-823.
6. Nabity, P.D.; J.A. Zavala; E.H. DeLucia. 2013. Herbivore induction of jasmonic acid and chemical defences reduce photosynthesis in Nicotiana attenuata. J. Exp. Bot. 2013 64(2):685-94.
7. Jalalpour Z.; L. Shabani; L. Afghani; M. Sharifi; S.A. Amini. 2014. Stimulatory effect of methyl jasmonate and squalestatin on phenolic metabolism through induction of LOX activity in cell suspension culture. Turk J Biol (2014) 38: 76-82
8. Hancock, J.T., Desikan, R.; Neill, S.J. 2001. Role of reactive oxygen species in cell signalling pathways. Biochem. Soc. Trans. 29:345-350.
9. Dávila, R.M.; R. Cortés; J.H. Gil. 2016. Cambios físicos y físico-químicos durante el almacenamiento en plátano impregnado al vacío con soluciones antioxidantes. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 14 (2): 125-134.

EXTRACTOS DE MALEZAS CON ACCIÓN ESTIMULANTE DEL CRECIMIENTO EN ESPECIES DE INTERÉS AGRÍCOLA

WEEDS EXTRACTS WITH GROWTH PROMOTING ACTIVITY IN AGRICULTURAL SPECIES

Autores: Yoannia Gretel Pupo Blanco [1], Yanelis Avilés Tamayo [1], Belyani Vargas Batis [2], Orlando Luis Zambrano Vargas [1], Disley Zamora Núñez [1], Mario Batista Rogers [1], César Emilio González Hernández [1]
1. Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo, Km 17 ½. Bayamo, Granma, Cuba.
2. Universidad de Oriente. Patricio Lumumba S/N. Santiago de Cuba, Cuba.
ypupob@udg.co.cu

Resumen
Este trabajo brinda resultados del proyecto de la Universidad de Granma "Prospección de extractos vegetales para uso agroforestal" con respecto a la selección de especies útiles para la obtención de extractos con efecto promotor del crecimiento de cinco cultivos de interés económico. Se determinó que extractos de *Arivela viscosa* pueden influir en la calidad de posturas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en condiciones de vivero. También se verificó su utilidad en la multiplicación vegetativa de rosa (*Rosa* sp.) y no me olvides (*Duranta arida)*; especies de importancia ornamental. Se consideró promisorio el uso de extractos de *Cleome gynandra* en las primeras etapas del crecimiento de gandul (*Cajanus cajan*) y moringa (*Moringa oleífera*), especies de interés para la alimentación animal. Los extractos influyeron en el enraizamiento y crecimiento de los vástagos. Se encontraron varias familias de compuestos químicos en los extractos, con abundancia de aminoácidos libres.
Palabras clave: crecimiento, enraizamiento, extracto.

Abstract
This work offers results of the project "Prospection of plant extracts for agroforestry use" of Granma University, regarding the selection of useful species for obtaining extracts with growth promoting effect in five crops. It was determined that *Cleome viscosa* extracts can influence the quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum*) on seedling conditions. Also, the utility of the extracts afore mentioned in the vegetative multiplication of crops of ornamental importance, *Rose sp*. and *Duranta arida*, was verified. The use of *Cleome gynandra* extracts in the first stages of growth of *Cajanus cajan* and *Moringa oleifera* were considered promissory, these species are important for the animal nutrition. The extracts influenced in rooting and in the shoots growth. Diverse families of chemical compounds were founded in the extracts, with abundance of free amino acids.
Key words: growth, rooting, extracts.

Introducción

Aunque existe una gran variedad de compuestos que actúan como reguladores de crecimiento, en su mayoría son sintéticos y de alto costo; debido a que en su mayoría son importados, lo que aumenta considerablemente su costo y afecta a personas que manejan pequeños proyectos (Rodríguez, 2014). Las sustancias botánicas son una herramienta viable en la agricultura debido a la acción sinérgica de las distintas sustancias activas, por ser en la mayoría de los casos, seguro para las personas y el medio ambiente y por la relación coste/beneficio adecuado para el agricultor (Bernard, 2012). Se ha documentado el efecto de extractos en la formación de raíces, la estimulación del crecimiento y la toma de minerales durante condiciones de estrés. Las fórmulas comerciales se utilizan ampliamente en regiones tropicales ayudando a obtener mejores cosechas (Spinelli *et al.*, 2010). En la Universidad de Granma se desarrolló el proyecto "Prospección extractos vegetales para uso agroforestal". Este trabajo tiene como objetivo**:** brindar información sobre los resultados obtenidos con respecto a la selección de especies útiles para la obtención de extractos con efecto promotor del crecimiento de cinco cultivos de interés económico.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó de noviembre de 2014 a mayo de 2016. Motivado por observaciones preliminares se seleccionaron para los ensayos las especies *Arivela viscosa* (L.) Raf. y *Cleome gynandra* L. Estas fueron colectadas en áreas aledañas a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Granma. Se herborizaron ejemplares que fueron depositados en la colección del Laboratorio de Botánica de la citada facultad. De cada especie se separaron los diferentes órganos, los que se secaron a la sombra en el laboratorio, se pulverizaron en molino (IKA, MF10, Alemania) a 5 000 rpm. Los extractos madres fueron preparados por maceración en agua destilada estéril durante 24 horas al 5% (m/V). Luego se prepararon las dosis que variaron según los resultados preliminares obtenidos con cada especie. Los extractos se aplicaron por imbibición a las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), gandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth) y moringa (*Moringa oleifera* Lam.) y a las estacas de rosa (*Rosa moschata* L.) y no me olvides (*Duranta arida* Britton & P. Wilson *var. domingensis* (Urb) Acev.- Rodr. durante dos horas. Una parte de las soluciones madres se emplearon para la caracterización de los extractos mediante tamizaje fitoquímico, según la metodología descrita por Miranda y Cuéllar (2000).

Los datos de las variables de crecimiento evaluadas fueron procesados con el empleo del Programa Statistica Versión 6.1 del 2003 verificándose en todos los casos el cumplimiento de los supuestos. Para estimar las diferencias entre los tratamientos montados según diseño completamente aleatorizado se realizaron análisis de varianza de clasificación simple. En aquellos experimentos donde se analizó el efecto de dos factores en las variables dependientes, se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación doble. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significación de 0,05.

Resultados y discusión

- Efecto de los extractos de *A. viscosa* en el cultivo del tomate en condiciones de semillero

De los extractos acuosos de todos los órganos y de la planta completa de *A. viscosa* evaluados a las dosis de 250, 500 y 750 mgL^{-1}, en condiciones *in vitro*, los mejores resultados se obtuvieron con los extractos de tallo y fruto a la menor dosis, los que estimularon el crecimiento de la raíz principal y del hipocotíleo. Estos extractos seleccionados, al ser aplicados a semillas en condiciones de vivero, superaron al control entre un 7,2 - 9,7% de índice de emergencia. A los 25 días después de la siembra se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1. Efecto de los extractos de *A. viscosa* en plántulas de tomate a los 25 días después de la siembra.

Tratamientos	**Cantidad de hojas por planta** Media ± DE	**Masa fresca radicular (g)** Media ± DE	**Masa fresca del vástago (g)** Media ± DE	**Masa fresca planta (g)** Media ± DE
Tallo 250 mg L^{-1}	4,8 ± 0,6 a	0,1661 ± 0,02 a	1,5902 ± 0,32 a	1,7564 ± 0,32 a
Fruto 250 mg L^{-1}	4,6 ± 0,8 ab	0,1177 ± 0,03 b	1,4372 ± 0,23 a	1,5549 ± 0,22 a
Control	4,1 ± 0,6 b	0,0681 ± 0,03 c	1,1950 ± 0,25 b	1,2632 ± 0,25 b

En las columnas medias con letras iguales no difieren significativamente para la prueba de Tukey ($p < 0,01$).

Los resultados de esta etapa confirmaron los obtenidos *in vitro*. La masa fresca del vástago de las plantas tratadas con ambos extractos fue superior al control y también favorecieron el desarrollo de la masa radicular.

- Efecto de los extractos de *A. viscosa* en la producción de patrones de rosa

En solo 15 días, seis extractos lograron un porcentaje de enraizamiento igual o mayor al 50% (semilla y fruto dosis 750, hoja, flor y planta completa 1500 y raíz 3 000 mg L^{-1}). Se destaca el extracto de fruto 750 mgL^{-1} con el que se logró un 75% de enraizamiento. Un grupo de ocho extractos tienen elevado potencial enraizante, al estimular no solo la salida de múltiples raíces adventicias, sino además propiciar su crecimiento en longitud; estos extractos fueron: tallo, fruto y semilla (dosis de 750 mg. L^{-1}); raíz, tallo, hoja,

flor, semilla y planta completa (dosis 1500 mg. L^{-1}) y raíz (dosis 3000 mg. L^{-1}). En la brotación de las yemas, excepto los extractos de raíz, hoja, fruto y semilla a la dosis de 1 500 mgL^{-1} y los extractos obtenidos de la flor, los demás ejercieron un efecto estimulante en esta variable.

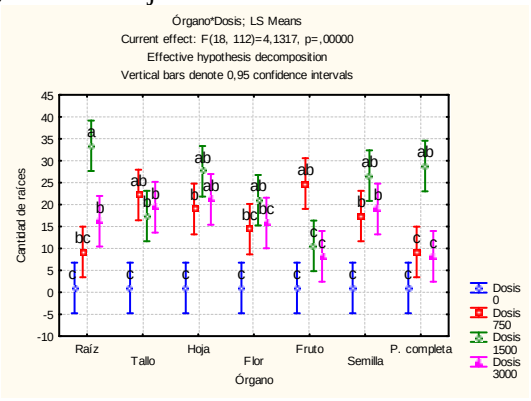


Figura I. Efecto de los extractos de *C. viscosa* en la cantidad de raíces de los patrones (un mes de cultivo sobre sustrato de arena).

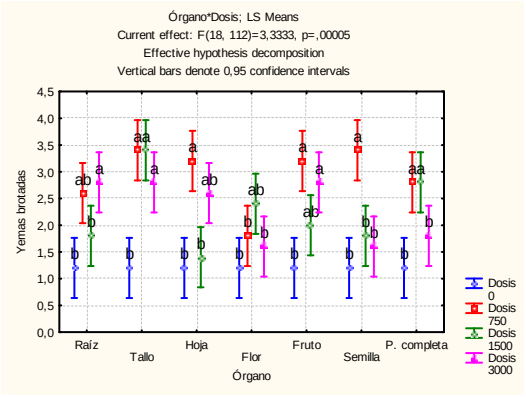


Figura II. Efecto de los extractos de *C. viscosa* en la cantidad de yemas brotadas en los patrones (un mes de cultivo sobre sustrato de arena).

- Efecto de los extractos de *A. viscosa* en la producción de estacas de no me olvides (*Duranta arida* Britton & P. Wilson *var.domingensis (Urb.*

A los 45 días los brotes de las estacas tratadas con los diferentes extractos, excepto el de fruto, tenían una longitud significativamente superior que el control. Sobresalen positivamente los extractos de tallo, flor y planta entera (750 mg L^{-1}) que a su vez, presentaron por cada brote, como promedio, tres hojas más que el control, lo que garantiza una mayor superficie fotosintética destinada a la nutrición de la joven planta. El número de raíces desarrolladas en la estacas también fue diferente; en aquellas tratadas con los extractos de tallo y flor se presentó como promedio más del doble de raíces que en el control; las que a su vez presentaron mayor longitud.

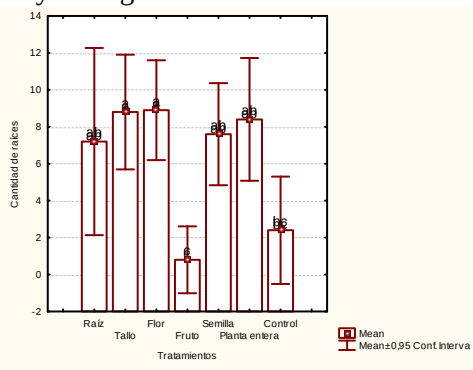


Figura III. Efecto de los extractos de *A. viscosa* en la cantidad de raíces en las estacas de no me olvides (45 días de cultivo sobre sustrato de arena).

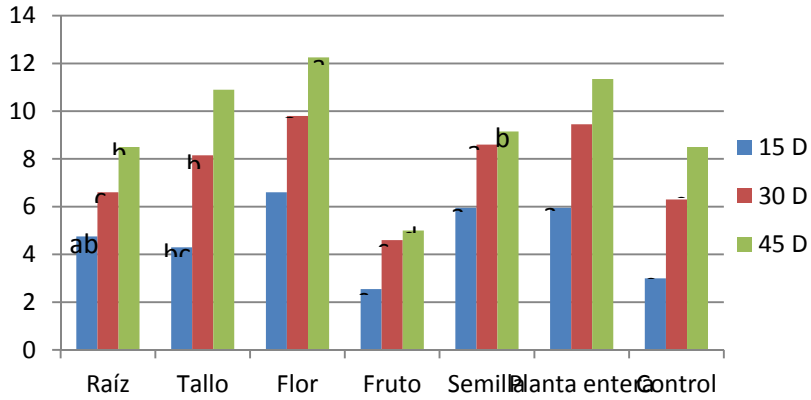


Figura IV. Efecto de los extractos de *A. viscosa* en la cantidad de hojas de los brotes de no me olvides (45 días de cultivo sobre sustrato de arena).

- Efecto de los extractos de *C. gynandra* en los cultivos de gandul y moringa

Se presentó 100% de germinación del gandul en todos los tratamientos hacia el quinto día después de la siembra; pero se observó una mayor velocidad germinativa en las semillas tratadas con el extracto de flor, que en solo tres días alcanzó el 98% de la germinación. Las plantas control presentaron valores significativamente menores de masa fresca que las tratadas, los mejores resultados correspondieron a los

extractos de raíz y fruto. Se destacó en la la acumulación de masa seca el tratamiento correspondiente al extracto de tallo.
En la moringa todos los extractos aceleraron el proceso germinativo, con excepción del extracto de tallo todos incrementaron la masa fresca de las plantas y solo el extracto de fruto provocó una acumulación de materia seca superior a la observada en el control.

Tabla 2. Efecto de los extractos de *C. gynandra* en plántulas de gandul a los 28 días de cultivo.

Tratamientos Órgano dosis (mg L^{-1})	**Masa fresca gandul (g)** Media ± DE	**Masa seca gandul (g)** Media ± DE	**Masa fresca moringa (g)** Media ± DE	**Masa seca moringa (g)** Media ± DE
Raíz 750	1,05 ± 0,07 a	0,13 ± 0,00 b	2,26 ± 0,26 a	0,20 ± 0,01 b
Tallo 750	0,91 ± 0,11 b	0,15 ± 0,01 a	2,04 ± 0,18 b	0,21 ± 0,01 ab
Flor 750	0,85 ± 0,12 b	0,12 ± 0,01 b	2,28 ± 0,23 a	0,20 ± 0,00 ab
Fruto 250	1,03 ± 0,09 ab	0,12 ± 0,00 b	2,47 ± 0,22 a	0,22 ± 0,01 a
Semilla 250	0,85 ± 0,09 c	0,12 ± 0,01 b	2,26 ± 0,26 a	0,20 ± 0,00 b
Planta completa 750	0,84 ± 0,09 c	0,12 ± 0,00 b	2,31 ± 0,17 a	0,21 ± 0,01 ab
Control (0)	0,42 ± 0,03 d	0,13 ± 0,00 b	1,90 ± 0,26 b	0,20 ± 0,01 b

En las columnas medias con letras iguales no difieren significativamente para la prueba de Tukey ($p < 0,01$).

El tamizaje reveló la presencia moderada a abundante de aminoácidos libres y compuestos fenólicos en todos los órganos de *A. viscosa* y *C. gynandra*. En la primera especie, además se encontraron alcaloides en los extractos de hojas, flores y planta completa, así como principios amargos en hojas, flores, semillas y planta completa de *A. viscosa*. Con respecto a *C. gynandra* solo se detectaron compuestos amargos en la semilla.
Algunos estudios coinciden en que el efecto de los extractos vegetales se debe a la capacidad que tienen los mismos para incrementar la absorción de minerales (Pise y Sabale, 2010); otros los describen como un beneficio en sus sistemas de defensa (Demir *et al*., 2006; o a una acción hormonal (Rodríguez y Hechevarría, 2004).

Conclusiones

Extractos de diferentes órganos de *A. viscosa* y *C. gynandra* a diversas dosis han mostrado potencial estimulante del crecimiento de especies de interés económico.

Referencias

Bernard, D. Uso de sustancias botánicas en Agricultura Estratègies no convencionals en sanitat vegetal. Lleida, 2012. Dpto. Técnico de Daymsa

Demir N., B. Dural and K. Yildirim.. Effect of Seaweed Suspensions on Seed Germination of Tomato, Pepper and Aubergine. *J. Biol Sci* 2006, *6*:1130-1133.

Miranda, M. y Cuellar, A. *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales.*: Universidad de la Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos, 2000. La Habana, Cuba.

Pise N. and Sabale, A. Effect Of Seaweed Concentrates on The Growth and Biochemical Constituents of Trigonella foenum-graecum L. *Journal of Phytology* 2010, *2* (4): 50-56.

Rodríguez, H. y Hechevarría, I.. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (L.) N. L. Burm. *Rev Cubana Plant Med* 2004, *9* (2).

Rodríguez, J. Efecto de los extractos de Aloe vera, Kalanchoe pinnata, Zea mays, Gerbera jamesonii y del híbrido interespecífico OxG (Elaeis oleífera x Elaeis guineensis) y como alternativas naturales de reguladores de crecimiento vegetal de tipo auxínico y citoquinínico en el cultivo in vitro de Saintpaulia ionantha Wendl. (Violeta africana). Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Biólogo Universidad del Tolima, 2014. Facultad de Ciencias Programa de Biología Ibagué – Tolima.

RESULTADOS DEL LEBAME EN CULTIVOS HORTÍCOLAS DE INTERÉS ECONÓMICO

RESULTS OF LEBAME IN HORTICULTURAL CROPS OF ECONOMIC INTEREST

Autores: Terry, E*[1]; Ruiz, J[1]; Carrillo, Y[1]; Díaz, M. E[2] y Delgado, G[2]
[1]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
[2]Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
*terry@inca.edu.cu

RESUMEN

La inoculación de Microorganismos Eficientes al ecosistema mejora la calidad del suelo y el crecimiento de las plantas, así como, ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos; este bioproducto, se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, encontrándose que el éxito de su efecto potenciador radica en su mezcla. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la efectividad del bioproducto LEBAME en diferentes cultivos hortícolas, desarrollándose los experimentos bajo un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron conformados por el estudio de diferentes dosis de LEBAME comparado con un tratamiento control. Los resultados mostraron una respuesta positiva del LEBAME en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos pimiento, tomate, lechuga, habichuela, acelga, cebolla y col, destacándose la dosis de 10 ml L^{-1} (2,5 L ha^{-1}) como la más efectiva en las plantas.
PALABRAS CLAVE: microorganismos eficientes, hortalizas, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The inoculation of Efficient Microorganisms to the ecosystem improves the soil quality and plants growth, as well as, aid to the decomposition process of organic materials; this bioproduct, is made up essentially of three different types of organisms: yeasts, lactic acid bacteria and photosynthetic bacteria, being found that the success of its enhancer effect lies in its mixture. The present work had as objective to evaluate the effectiveness of the bioproduct LEBAME in different horticultural crops, being developed the experiments under a Design Completely to Random with four repetitions. The treatments were formed by the study of different doses of LEBAME compared to a control treatment. The results showed a positive response of LEBAME on growth, development and yield of pepper, tomato, lettuce, green bean, chard, onion and cabbage crops, with a dose of 10 ml L^{-1} (2,5 L ha^{-1}) as the most effective in plants.
KEY WORDS: efficient microorganisms, vegetables, growth, yield.

INTRODUCCIÓN

La utilización de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) puede tener un rol significativo en la sustentabilidad de los agroecosistemas (1). EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural. Contienen 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos-efectivos, secretan vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes; cuando incrementan su población, en el medio que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos (3).

En Cuba, el ICIDCA ha obtenido un bioproducto a base de microorganismos eficientes de nombre comercial LEBAME, el cual se produce a partir de un inóculo de los microorganismos, con miel final de caña y sulfato de amonio a través de un proceso fermentativo.

Teniendo en cuenta la necesidad de producir hortalizas bajo un sistema libre de contaminantes químicos, se impone la necesidad de estudiar bioproductos que permitan la obtención de cosechas de calidad con la mínima afectación de los rendimientos agrícolas. En este sentido, la presente investigación persiguió como

objetivo, estudiar diferentes dosis del bioproducto LEBAME en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos hortícolas de pimiento (*Capsicum annuum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), lechuga (*Lactuca sativa*), habichuela *(Phaseolus vulgaris*), acelga (*Beta vulgaris*), cebolla (*Allium cepa*) y col (*Brassica oleracea*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental fue realizado en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en San José de las Lajas, provincia Mayabeque. El bioproducto estudiado fue LEBAME, obtenido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), el cual se presenta en forma líquida y está compuesto por una combinación de microorganismos eficientes de los géneros *Bacillus subtilis, Lactobacillus bulgaricum y Saccharomyces cervisiae*, contando con un título de 10^6 ufc mL^{-1}.
Para estudiar la respuesta de los cultivos pimiento, tomate, lechuga, habichuela, acelga, cebolla y col a la aplicación de diferentes dosis de LEBAME, se condujo el experimento bajo un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron conformados por el estudio de las dosis de 5 y 10 ml-1 comparados con un tratamiento control en agua. Los semilleros fueron de manera tradicional con aplicación de estiércol vacuno a dosis de 1 kg m^{-2}. Los trasplantes se realizaron según la metodología descrita en el Manual para organopónicos y huertos intensivos (2007). Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones.
Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA de clasificación simple y se realizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con una significación de un 95 %. Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics (versión 19).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados en tomate

No hubo diferencias significativas entre los tres niveles de tiempo de imbibición, lo que evidencia que, con solo 15 minutos, es suficiente para estimular las variables estudiadas. En la Tabla I se observa el efecto de diferentes diluciones y tiempo de imbibición del bioproducto LEBAME en la germinación de semillas de tomate.

Tabla I. Efecto de dosis del LEBAME en la germinación de semillas de tomate

Tratamientos		No	Germinación (%)	
D	**TI**			**arcos√**
2.5 mL L^{-1}	15 min	1	97	1,44
	30 min	2	99	1,53
	60 min	3	98	1,48
5 mL L^{-1}	15 min	4	98	1,48
	30 min	5	100	1,57
	60 min	6	100	1,57
10 mL L^{-1}	15 min	7	97	1,44
	30 min	8	99	1,53
	60 min	9	100	1,57
15 mL L^{-1}	15 min	10	98	1,48
	30 min	11	99	1,53
	60 min	12	99	1,53
0 mL L^{-1} (agua)	15 min	13	98	1,48
	30 min	14	97	1,44
	60 min	15	97	1,46
ESx***				0,04 NS

ESx*** (error estándar). Medias con letras comunes no difieren significativamente según Duncan para $p \leq 0,05$.

Al analizar independientemente cada factor, la variable porcentaje de germinación manifestó resultados muy similares, no difiriendo estadísticamente entre los tratamientos. Se evidenció valores cercanos al 100 % lo cual se considera un poder germinativo alto. Este comportamiento pudiera estar relacionado independientemente de la calidad de la semilla utilizada, a la no existencia de sustancias capaces de inhibir los procesos metabólicos.

La imbibición de las semillas de tomate en las diluciones 5, 10 y 15 mL L^{-1} de LEBAME, provocó una disminución en los días a la germinación (Figura 1 A) donde las semillas germinadas (99 - 100 %) se lograron con un día de antelación con respecto a las del tratamiento control (97 -98 %), lo que constituyó un aumento de la velocidad de la misma en 26.9 % (Figura 1 B). Sin embargo, en relación con los tratamientos embebidos en la dilución 2.5 mL L^{-1} y el control en agua los resultados fueron estadísticamente similares.

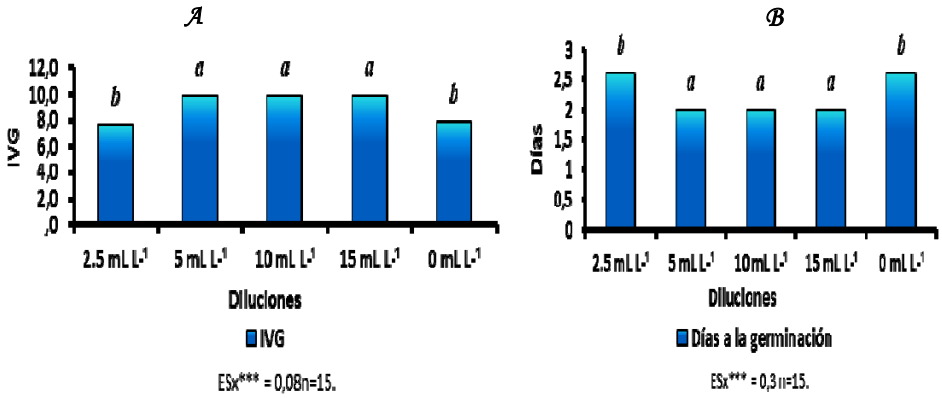


Figura 1 (A y B). Efecto de las diluciones del *LEBAME* en el IVG (A) y Días a la germinación. (B) IVG: (índice de velocidad de germinación). Medias con Letras comunes no difieren significativamente según prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados en pimiento

En la Tabla II, se muestra el efecto de los diferentes tratamientos en el crecimiento de las posturas. Como se aprecia hubo diferencias significativas entre los tratamientos para cada una de las variables evaluadas.

Tabla II. Influencia de tratamientos en el crecimiento de plántulas de Pimiento (30 DDG)

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número de hojas
LEBAME + EcoMic	25.86 b	0.22	8.93 b
LEBAME	27.4 ab	0.23	11.53 a
EcoMic	21.86 c	0.24	7.2 b
Testigo	20.93 d	0.21	7.73 b
ES x	1.23*	0.15 NS	0.54*

La altura de las plantas fue significativamente superior en el tratamiento donde solo se aplicó el LEBAME aunque no difirió de su combinación con el EcoMic, los tratamientos con los bioproductos fueron superiores al testigo. Para el diámetro del tallo todos los tratamientos fueron similares entre sí, y el número de hojas fue superior en la aplicación de solo el LEBAME, en este caso los restantes tratamientos fueron similares al testigo

El análisis de alguno de los componentes del rendimiento (Tabla III), mantuvo un comportamiento similar al descrito en el análisis del crecimiento de las plantas, siendo la aplicación del LEBAME, el que provoca un estímulo en el desarrollo de las plantas a partir de una mayor altura, así como de flores y frutos por planta.

La evaluación de alguno de los componentes del rendimiento (Tabla IV), mostró un comportamiento para las tres variables, con una diferencia altamente significativa para el tratamiento donde solo se aplicó el LEBAME, lo cual lo convierte en un producto efectivo para incrementar el rendimiento del cultivo.

Tabla III. Influencia de LEBAME en el desarrollo de plantas de Pimiento
(2da evaluación realizada en campo-30 DDT)

Tratamientos	Altura (cm)	Número de flores/planta	Número de frutos/planta
LEBAME + EcoMic	61.53 ab	8.93 b	1.66 ab
LEBAME	64.33 a	11.53 a	2.26 a
Testigo + EcoMic	58.8 b	7.73 c	1.26 b
Testigo	45.73 c	7.20 c	1.13 b
ES x	2.73*	0.54*	0.25*

Tabla IV. Influencia de LEBAME en componentes del rendimiento

Tratamientos	Número de frutos/parcela	Peso de frutos/parcela (kg)	Peso de 1 fruto (kg)	Peso de frutos/ planta(kg/pta)
LEBAME + EcoMic	295 b	35,5 b	0.13 b	0.44 b
LEBAME	309 a	44,7 a	0.15 a	0.47 a
Testigo + EcoMic	159 c	21,0 c	0.13 b	0.43 b
Testigo	151 d	20,4 c	0.11 c	0.39 c
Esx	2.13*	0.47*	0.02*	0.15*

Resultados en acelga

Como se observa (Tabla V) se obtuvo diferencias significativas para las tres variables evaluadas, donde la aplicación del LEBAME a la dosis de 10 ml l^{-1} fue significativamente superior al control, lo cual significó un 25, 21 y 72 % de incremento.

Tabla V. Efecto del LEBAME en el cultivo de la acelga

Tratamientos	Altura (cm)	Número hojas	Peso (g)
LEBAME	38,06 a	19,80 a	1,50 a
Control	30,40 b	17,06 b	0,89 b
ES x	0,74 *	0,36*	0,03*

Resultados en lechuga

Como se muestra en la Tabla VI, se obtuvo diferencias significativas para las tres variables evaluadas, donde la aplicación del LEBAME a la dosis de 10 ml l^{-1} fue significativamente superior al control, lo cual significó un 25, 16 y 68 % de incremento.

Tabla VI. Efecto del LEBAME en el cultivo de la lechuga

Tratamientos	Altura (cm)	Número hojas	Peso (g)
LEBAME	25,32 a	21,86 a	0,19 a
Control	20,20 b	17,93 b	0,11 b
ES x	0,34 *	0,47 *	0,008*

Resultados en col

Se obtuvo diferencias significativas para el peso del fruto y el diámetro ecuatorial, donde la aplicación del LEBAME a la dosis de 10 ml l^{-1} fue significativamente superior al control, lo cual significó un 16 y 6 % de incremento, lo que se aprecia en la Tabla VII.

Tabla VII. Efecto del LEBAME en el cultivo de la col

Tratamientos	Peso del fruto (kg)	Diámetro polar(cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
LEBAME	2,10 a	12,48	22,00 a
Control	1,81 b	12,04	20,61 b
ES x	69,71 *	0,27 n.s	0,39*

CONCLUSIONES

Se demuestra el efecto positivo del producto LEBAME a la dosis de10 ml L^{-1}, lo cual corresponde a una dosis de 2,5 L ha^{-1}, aplicado a los 10 y 20 días después del trasplante en los cultivos estudiados, con estímulo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas.

REFERENCIAS

1. Antoun, H., y D. Prevost. 2006. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. En: Z.A. Siddiqui (Ed.). PGPR: *Biocontrol and Biofertilization*, Springer, Dordrecht, pp. 1–38.
2. Manual de organopónicos y huertos intensivos. 2007. INIFAT, La Habana. Cuba. 183 p
3. Vidal, A., 2005. Enciclopedia básica visual. Editorial: Océano. Tomo VIII. Pág. 37-44.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

EFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (LEBAME) EN EL CRECIMIENTO DEL PLÁTANO GRAN ENANO EN LA FASE DE VIVERO

EFFICIENT MICROORGANISMS´ EFFECT (LEBAME) ON THE GROWTH OF A SPECIES OF BANANA AT THE NURSERY

Álvarez, V.M.[1]*, Ramos, L.[1], Dr. Rodríguez, R.[2], Calzadilla, D.[3]

[1] Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo.
[2] Laboratorio de Agrobiología, Centro de Bioplantas. UNICA. Ciego de Ávila.
[3] Biofábrica de la E. A. F. M ¨Cor. Arturo Lince González.¨ Municipio El Salvador. Guantánamo.

Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo * e-mail: victorm@cug.co.cu

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia en el crecimiento de las vitroplantas de banano Gran Enano en la fase de vivero, al inocular microorganismos eficientes (LEBAME del ICIDCA). Fue un diseño completamente aleatorizado, formado por cinco grupos. No 1, el control (sin lebame), No 2 (5 ml / l de agua); No 3 (10 ml / l de agua); No 4 (15 ml / l de agua) y No 5 (20 ml /l de agua). 25 plantas por grupo. Dos inoculaciones del producto (inicio y al mes). Tres mediciones de las cinco variables, del tallo (ancho y largo) y hojas (largo, ancho y número), al inicio, 30 y 60 días.

El LEBAME demostró una gran efectividad agrobiológica, a partir del estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, las diluciones del producto superaron al grupo control, la dosis de 10 mL L^{-1} fue la más efectiva.

PALABRAS CLAVE: crecimiento, vitroplantas, microorganismos eficientes, vivero.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence on the growth of vitro plants of banana Gran Enano in the nursery stage, when inoculating efficient microorganisms (LEBAME of ICIDCA). It was a completely randomized design, consisting of five groups. No 1, control (without lebame), No 2 (5 ml / l of water); No 3 (10 ml / l of water); No 4 (15 ml / l of water) and No 5 (20 ml / l of water). There were 25 plants per group and two inoculations of the product (beginning and month). There were three measurements of the five variables, of the stem (width and length) and leaves (length, width and number), at the beginning, 30 and 60 days.

The LEBAME demonstrated a great agrobiological effectiveness, from the stimulus provoked in the growth of the plants, the dilutions of the product exceeded the control group, the dose of 10 mL L-1 was the most effective.

KEY WORDS: growth, vitroplants, efficient microorganisms, nursery.

.

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa paradisiaca* L.) es uno de los cultivos más difundidos en el mundo; ocupa el cuarto lugar entre los principales productos agrícolas después del arroz, trigo y el maíz. Su importancia radica en la alimentación de millones de personas, además de su impacto económico y cultural, especialmente en países en desarrollo.

En las regiones tropicales donde se siembra el cultivo de banano de distintas variedades para la exportación, las plantaciones cubren unas 500.000 hectáreas. Las principales áreas son América Central y del Sur con cerca del 80%, África (Camerún, Costa de Marfil) con el 10% y el Sudeste de Asia (Filipinas, Taiwán) con el 10% final [(1)].

En la actualidad el cultivo de banano se ha constituido en pieza clave de la alimentación, por su gran aporte de vitaminas y minerales en la dieta de millones de personas a nivel mundial; pero particularmente por su

alto contenido de Potasio (K) (370 mg/100g de pulpa) que satisface los requerimiento diarios de este elemento en el ser humano (2000-6000 mg K/dia). [2 – 3]

El crecimiento y producción del cultivo de banano depende del desarrollo progresivo de las hojas, las cuales deben mantenerse funcionales desde la emisión floral y durante el desarrollo de los frutos. El sistema foliar del banano es la fuente primaria de fotoasimilados y varía considerablemente de tamaño y funcionalidad [4].

Existen más de 500 variedades de banano, pero es el subgrupo Cavendish es el que más se cultiva. (Figueroa y Lupi, s.f,) [2]. Dentro de este subgrupo los clones de Valery, Gran Enano y Williams, son los que más se destacan debido a sus características e importancia en el comercio mundial, su adaptación climática, su alta resistencia de los fuertes vientos y una alta productividad [5]

Los bananos y plátanos se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y son un componente importante en la alimentación de millones de personas. En el año 2008 la producción mundial fue de 125 049.265 toneladas métricas, y de ellas el 27,46% correspondieron a cultivares de plátano [6].

La introducción de genotipos resistentes y el uso de las técnicas de cultivo *in vitro* para su propagación podrían contribuir a la producción de semilla de alta calidad genética y con ellos al aumento de los niveles de producción. En ese sentido, la propagación de diversas variedades de banano y de plátano vianda por la vía de la embriogénesis somática, pudiera constituir una alternativa viable para resolver la problemática de la semilla. Sin embargo, si las vitroplantas alcanzan mayor crecimiento al finalizar la fase de aclimatización y vivero, estas podrán adaptarse con mayor facilidad a las condiciones de campo.

El Centro de Bioplantas está desarrollando ensayos a partir de microorganismos eficientes producidos por el ICIDCA (LEBAME), utilizados como biofertlizantes en la propagación del banano, plátano y piña. A partir de los convenios de colaboración de esta institución investigativa con la Empresa Agroforestal de Montaña ¨Cor. Arturo Lince González¨, se planteó la posibilidad de utilizar estos microorganismos eficientes en la propagación del banano Gran Enano que produce la biofábrica de la Empresa en la fase de vivero. Aprovechando esta oportunidad, se propuso como objetivo investigativo del presente trabajo evaluar la influencia en el crecimiento de las vitroplantas de banano Gran Enano en la fase de vivero, con la inoculación de microorganismos eficientes a través del producto LEBAME (ICIDCA) en la biofábrica de la Empresa Agroforestal de la Montaña ¨Cor. Arturo Lince González.¨

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental está ubicada en una de las naves de vivero de que consta la biofábrica. El montaje del experimento se produjo al iniciarse la etapa de vivero, las plantas fueron todas de la variedad de banano Gran Enano, obtenidas por embriogénesis somática.

En vivero las plantas son trasplantadas individualmente luego de la fase de aclimatización a bolsas de plástico negras de 7,0 cm de ancho por 5,0 cm de alto. Estas bolsas son cubiertas de sustrato constituido por suelo pardo carbonatado y pulpa de café descompuesta (1:1 v/v); ambos tamizados antes de hacer la mezcla.

El producto LEBAME es un bioproducto compuesto por microorganismos eficientes de la colección de cultivos del ICIDCA Bacillus subtilis B/23-45-10 Nato, Lactobacillus bulgaricum B/103-4-1 y Saccharomyces cereviciae L-25-7-12. Se produce a partir de un inóculo de los microorganismos, con miel final de caña y sulfato de amonio a través de un proceso fermentativo. Según estudios desarrollados por investigadores del ICIDCA [7] es estable por un período de 6 meses y se puede almacenar a temperatura ambiente.

Se emplearon 5 tratamientos para un total de 125 plantas de bananos variedad Gran Enano, divididos en cinco (5) grupos de 25 plantas cada uno empleando un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos fueron clasificados de acuerdo a los diferentes porcientos de dilusión en agua de los microorganismos eficientes (LEBAME) y un control:

Trat.1: 0 ml L^{-1} (Control).
Trat.2: 5 mL L^{-1}.
Trat.3:10 mL L^{-1}
Trat. 4: 15 mL L^{-1}
Trat. 5: **20 mL L^{-1}**

Se ejecutaron en el experimento tres mediciones, una en el momento del montaje (inicial), antes de la aplicación del LEBAME, otra al mes de aplicado, donde posterior a la medición se volvió a inocular el producto en las diluciones antes mencionadas y una tercera medición al finalizar la etapa de vivero (75 días) cuando ya las plantas estaban listas para ser trasplantadas al campo.
En cada medición se empleó un pie de rey y fueron evaluadas 5 variables relacionadas con el crecimiento de la planta, siendo estas: longitud y ancho de la planta (cm), longitud y ancho del tallo (cm) y número de hojas por planta.
Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico STATISTICA 10. Se comprobaron los postulados estadísticos, aditividad de errores [8] mediante el diseño experimental y test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza [9] y para identificar la diferencia entre las medias de los tratamientos evaluados se utilizó la prueba de significación de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra el efecto de la aplicación del producto LEBAME sobre las variables ancho y largo el tallo de las plantas de banano Gran Enano en los diferentes momentos de evaluación.

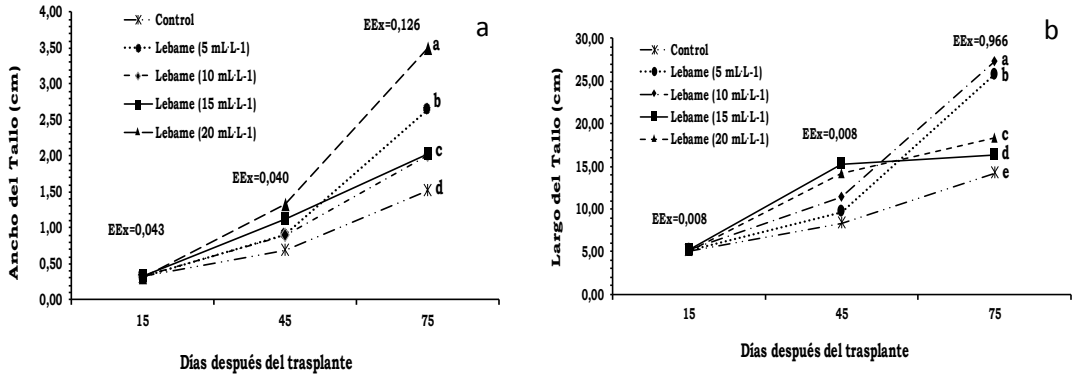


Figura 1: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho y largo del tallo de posturas de banano Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

En la Figura 1, se representa el efecto de las diferentes dosis empleadas del producto Lebame, para las variables relacionadas con el desarrollo del tallo (ancho (fig. 1 a) y largo (Fig. 1 b)). Como se puede observar en el caso del ancho del tallo (Fig. 1 a) se produce un significativo incremento en la dilución de 10 mL L^{-1} en el momento final de la evaluación (3,50 cm) con respecto a los demás tratamientos donde se empleó el LEBAME. Este incremento fue muy marcado con respecto a las plantas control (1,0 cm) el cual fue superado en tres unidades. No obstante un incremento de la concentración del producto no influyó positivamente en estas variables (15 y 20 mL L^{-1}), aunque superaron significativamente a las plantas control.
Similar comportamiento mostró la evaluación realizada a la variable largo del tallo (Fig. 1 b), aunque con diferencia significativas con respecto a las plantas de 5 mL L^{-1} pero con valores cercanos a 25 cm de largo. Nuevamente los valores alcanzados por las plantas del tratamiento 10 mL L^{-1} duplican a las plantas control y difiere significativamente de los demás tratamientos experimentales. Lo cual pudiera corresponderse con una influencia positiva del producto en el crecimiento de las plantas en esta etapa de vivero. Es conocido que entre muchas otras características del producto LEBAME el mismo contiene una concentración de 1,75 g L^{-1} de N_2, lo que puede influir positivamente en el mayor crecimiento de estas variables a la dilución de 10 mL L^{-1}.

La tabla 1 muestra el efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el número de hojas en banano Gran Enano.

Tabla 1: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el número de hojas emitidas por las vitroplantas de banano Gran Enano.

Tratamientos	Número hojas		
	15 ddt	45 ddt	75 ddt
Control	2,50	1,82	2,08
Lebame (5 mL L^{-1})	2,33	1,91	2,16
Lebame (10 mL L^{-1})	2,67	1,62	2,20
Lebame (15 mL L^{-1})	2,50	1,96	2,12
Lebame (20 mL L^{-1})	2,50	1,96	2,12
EEx	0,093 ns	0,068 ns	0,022 ns

En la tabla no se aprecian diferencias significativas en la emisión de nuevas hojas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, se esperaba que el comportamiento de esta variable fuera similar a los resultados alcanzados en la variable largo del tallo (Fig. 1 b) ya que al poseer mayor longitud el tallo y las hojas del banano ser envainadoras se esperaba una mayor emisión foliar.

Sin embargo, en el ancho y lago de las hojas se aprecian diferencias estadísticas entre los tratamientos experimentales (Figura 2).

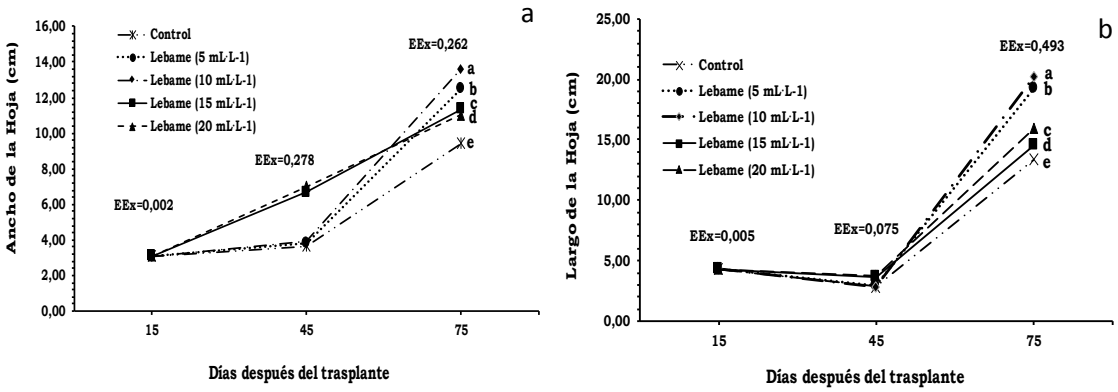


Figura 2: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho y largo de la hoja de posturas de banano Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Nuevamente el tratamiento de 10 mL L^{-1} alcanzó el más alto y significativo valor (14 cm) en la variable el ancho de las hojas (Fig. 2 a) de las vitroplantas cuando se comparan con los demás tratamiento. Seguido del tratamiento de 5 mL L^{-1} lo que pone nuevamente de manifiesto que son las diluciones que logran estimular el crecimiento en las plantas de banano. Hay que destacar que en la evaluación realizada a los 45 estos mismos tratamientos alcanzan valores similares a los alcanzados por las plantas control, lo que pudiera estar relacionado a que aun a partir de esa fecha, donde se realiza la segunda aplicación foliar, es que logra una mayor concentración del producto y por ello ya en la evaluación realizada al final del experimento se alcanzan los mayores valores en estos tratamientos (10 y 5 mL L^{-1}). Similar comportamiento se observó en la variable largo de la hoja (Fig. 2 b) con la aplicación de la dilución de 10 mL L^{-1}, donde se alcanzan valores cercanos a los 20 cm de largo.

Estos resultados del efecto del producto LEBAME en el crecimiento del banano Gran Enano en la fase de vivero, se corresponde con ensayos desarrollados por investigadores del INCA en cultivos de pimientos, tomates, lechuga, acelgas, cebolla, frijol negro, girasol y col, donde a partir de los resultados obtenidos demostraron la efectividad del producto a partir del estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, siendo los más efectivos, los obtenidos con la dosis de dosis de 10 mL.L^{-1}.

Figura 3: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho y largo de las hojas de posturas de banano Gran Enano.

La figura muestra como las plantas a las que se les aplicó las diluciones de LEBAME a las diluciones de 10 y 5 mL L^{-1} logran mayor crecimiento que las plantas control, además se aprecia también un color verde más intenso en estos tratamientos.

CONCLUSIONES.

- La aplicación de LEBAME demostró una gran efectividad agrobiológica del producto a partir del estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, pues los resultados de todas las diluciones del producto, fueron superiores a los del grupo control.
- Se evidencia el incremento del crecimiento de las posturas tratadas con LEBAME, destacándose la dosis de 10 mL L^{-1} como la más efectiva, lo cual hace más económico su uso, al no tener que utilizar altas concentraciones.

REFERENCIAS.

1. Rahan Meristem: Plant propagation and Biotechnology. Western Galilee, Israel:Rahan Meristem Ltda. 1998. 15 p.
2. Figueroa, María Mercedes; Lupi, Ana María. Características y Fertilización del cultivo de banano. (Online). Disponible en: ‹URL:http://www.fertilizar.org.ar/articulos/artículos.
3. Belalcázar, Sylvio. El cultivo de plátano en el trópico. Manual de asistencia Técnica No. 50. Cali: Feriva. 1991. 376 p.
4. Turner, D.W. 1998. Ecophysiology of bananas: the generation and functioning of the leaf canopy. Acta Horticulturae (ISHS) 490: 211-222.1998.
5. Ortiz Vega, Luís Alberto; et al. El cultivo de banano. San José, Costa Rica: Euned, 2001. 186 p. ISBN 9968-3-048-4
6. FAOSTAT. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). 2010. http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID.
7. Ortega. Arias - Carbajal, Grisel M.; Díaz de Villegas-Díaz de Villegas, María Elena; Delgado. Arrieta, Grizel; Martínez. Sánchez, Aidin. Estudio de estabilidad del bioproducto Lebame. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 49, núm. 3, septiembre diciembre, 2015, pp. 3-8. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Ciudad de La Habana, Cuba
8. Di Rienzo, J.A; Casanoves, F; González, L. A; Tablada, E. M; Díaz, M; Robledo, C. W; Balzarini, M.G. 2005. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Sexta edición. Córdova. Argentina: 345 pág.
9. Vázquez, E. R. 2011.Contribución al tratamiento estadístico de datos con distribución binomial en el modelo de análisis de varianza. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Mayabeque, INCA, 97 p.

RESULTADOS DEL IHO-BIO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

RESULTS OF THE IHO-BIO IN THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE IN THE REPUBLIC OF PANAMA

Héctor Jorge Suárez [1], Ioan Hossu [2] , Noriel Alcedo [1] y Alfredo Wilber Hernández [2]

1- Compañía Azucarera La Estrella S.A- Panamá. APDO. 0201-00049 Aguadulce. República de Panamá. Telef. (507) 997-4321. hjorgesuarez@gmail.com
2- Compañía IHO-AGRO. Ioan.hossu@gmail.com

RESUMEN

Se presentan los resultados con la aplicación de IHO-BIO en el cultivo de la caña de azúcar en cuatro campos de la Compañía Azucarera La Estrella S.A en suelos Oxisol y Entisol con diferentes cultivares en las cepas de caña planta y retoño indistintamente. Los estudios reflejaron que los tratamientos de IHO superaron al testigo en la producción de caña, alcanzando incrementos porcentuales que oscilaron entre 24.62 -42.14 %, mientras que para el número de raíces totales fue de 9.7 %. El tratamiento de dos aplicaciones de IHO a 3 litros ha^{-1} no mostró diferencia significativa con el de tres aplicaciones a 3 litros ha^{-1}, lo que puede ser una alternativa para incrementar producción y reducir costos. El número de raíces totales tuvo una relación positiva con el rendimiento agrícola en el estudio de semilla, lo que puede ser una de las posibles causas del incremento en la producción agrícola.

Palabras claves: IHO-BIO, Oxisol, Entisol, cultivares

ABSTRACT

The results are presented with the application of IHO-BIO in sugarcane cultivation in four fields of the La Estrella S.A Sugar Company in oxisol and Entisol soils with different cultivars in the cane plant and shoot varieties indistinctly. The studies showed that the IHO treatments exceeded the control in cane production, reaching percentage increments ranging from 24.62 – 42.14%, while for the number of total roots was 9.7%. The treatment of 2 applications of IHO at 3 liters ha-1 showed no significant difference with that of 3 applications at 3 liters ha-1, which can be an alternative to increase production and reduce costs. The number of total roots had a positive relation with the agricultural yield in the seed study, which may be one of the possible causes of the increase in agricultural production.

Key words: IHO-BIO, Oxisol, Entisol, cultivars

INTRODUCCIÓN

IHO-BIO está formulado de varios minerales. Es un suplemento mineral natural con más de 70 elementos en una solución de alta concentración cuyos resultados han sido validados en investigaciones científicas. Permite el incremento de la productividad, logrando altos rendimientos, mayor germinación y crecimiento en los cultivos así como aumento del área foliar, del tamaño del fruto entre otras cualidades deseables. IHO-MINERAL puede ser usado como suplemento de la fertilización pues es un excelente catalizador logrando elevar la productividad de las plantaciones de forma significativa. El objetivo del trabajo es mostrar los resultados alcanzados en el cultivo de la caña de azúcar en La Compañía Azucarera La Estrella. S.A (CALESA)- República de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se desarrollaron en los campos 705 (Caña Planta, edad 12 meses, variedad E07-09, suelos Entisol, textura Franco Arcilloso, Clasificación Agrícola IV), 713 (Segundo Retoño edad 12 meses, variedad DB83114, suelos Oxisol, textura Franco Arcilloso Clasificación Agrícola IV), 701 (Caña Planta, edad 12 meses, variedad CR74-250, suelos Entisol, textura Franco Arcilloso, Clasificación Agrícola IV) y 712 (Caña Planta (Semillero), edad 7 meses, suelos Oxisol, textura Arcilloso, Clasificación Agrícola IV). El área de las parcelas en los campos 701, 705 y 712 fue de 32 m^2 (Surcos de 20 m lineales a una distancia entre hileras de 1.60 m), mientras que en 713 fueron de 36 m^2 (surcos de 20 metros lineales a una distancia entre hileras de 1.80 m (base ancha)), en ambos se evaluaron 5 repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura (en 20 plantas en cada repetición), diámetro (en 20 plantas en cada repetición) y número de tallos en 20 m lineales de cada réplica. La producción de caña (t caña ha^{-1}) fue estimada mediante la fórmula propuesta por Martins e Landell (1995):

t caña ha^{-1} = D^2*Alt* # de tallos* (0.007854/ distancia entre surcos)

En el campo 705 y 712 (semilla) se emplearon dos tratamientos:
Tratamiento 1: Tres aplicaciones de IHO a 3 litros/ha, Tratamiento 2: Testigo sin IHO
En el estudio de semilla (Campo 712) a cada tratamiento y en cada repetición se extrajeron cinco cepas con sus respectivas raíces a una profundidad de 30 cm, estas fueron lavadas con una manguera a presión y se contaron el número raíces totales.

En el campo 713 se utilizaron tres tratamientos:
Tratamiento 1: Tres aplicaciones de IHO a 3 litros/ha, Tratamiento 2: Dos aplicaciones de IHO a 3 litros/ha, Tratamiento 3: Testigo sin IHO.

En el campo 701 se utilizaron seis tratamientos.
Tratamiento 1: Cuatro aplicaciones a 3 litros/ha, Tratamiento 2: Cuatro aplicaciones a 2 litros/ha. Tratamiento 3: Tres aplicaciones a 3 litros/ha, Tratamiento 4: Tres aplicaciones a 2 litros/ha Tratamiento 5: Dos aplicaciones a 3 litros/ha, Tratamiento 6: Testigo sin IHO
La primera aplicación se realizó a los 60 días de sembrado y/o cortado y las restantes a los 20 días de la anterior para todos los campos. De igual forma las aplicaciones de IHO se realizaron como suplemento de la fertilización, se hicieron al área foliar con mochilas.
Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza de efecto fijo y como hubo diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey).En el estudio de semilla se realizó una regresión entre el número de raíces totales y el rendimiento agrícola (t caña ha^{-1}) con la intención de determinar la posible influencia de las mismas en la producción de caña.

RESULTADOS

Campo 705 y 713
El análisis de varianza para la variable estudiada en ambos campos mostró diferencias altamente significativas donde el tratamiento de IHO superó al testigo alcanzando un incremento en el campo 705 superior al 35 % (Fig. 1), mientras que en el 713 el tratamiento 1 (T1) logró 42.14 % y el tratamiento 2 (T2) 33.53 (Fig. 2)

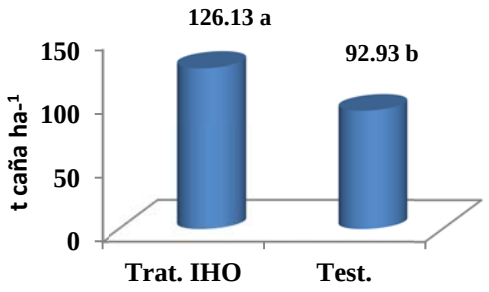


Fig. 1: Resultados de la comparación de medias.

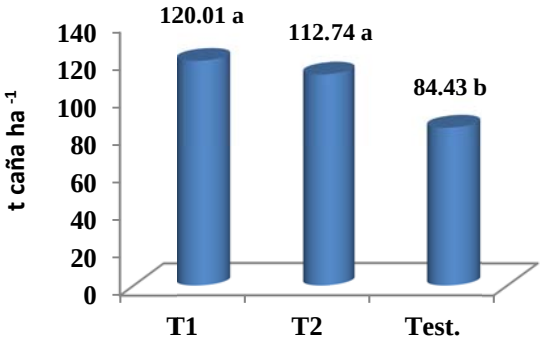


Fig. 2: Resultados de la comparación de medias

Campo 701

Los tratamientos de IHO superaron al testigo, entre ellos hubo un comportamiento estadísticamente similar, se alcanzaron incrementos porcentuales respecto al testigo que oscilaron entre 24.62 – 37.75% (Fig. 3)

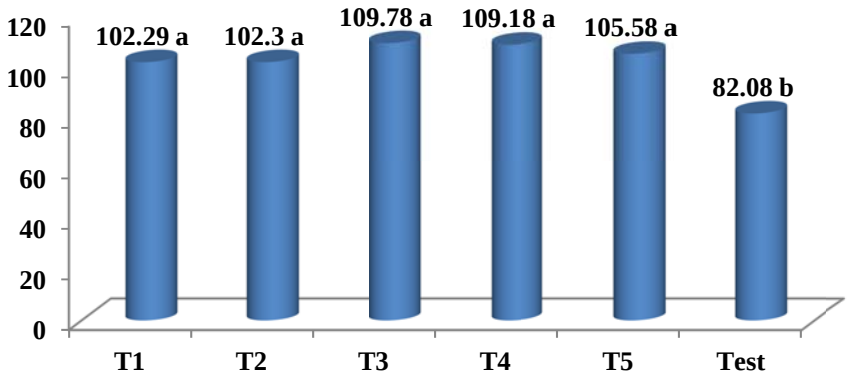


Fig. 3: Resultados de la comparación de medias.

Campo 712 (semilla)

La Fig. 4 reflejó que el tratamiento con IHO-BIO superó al testigo en las variables t caña ha^{-1} y número de raíces totales, logrando incrementos porcentuales de 36.06 % para las t caña ha^{-1} y 9.7 % para el número de raíces totales.

La Fig. 5 expresó la existencia de una relación significativa entre el número raíces totales en la plantación y las t caña ha^{-1}, aspecto que refleja unas de las posibles causas del incremento de la producción de caña con la aplicación de este Bioestimulante. Batista *et a*l 2011 señaló una correlación positiva entre el número de raíces de las plantas y los indicadores del rendimiento en el cultivo de la caña de azúcar.

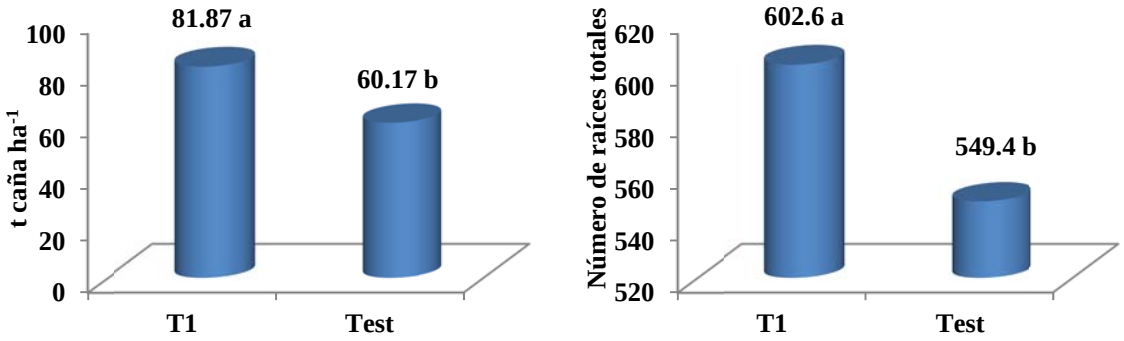


Fig.4. Comparación de medias para las variables estudiadas.

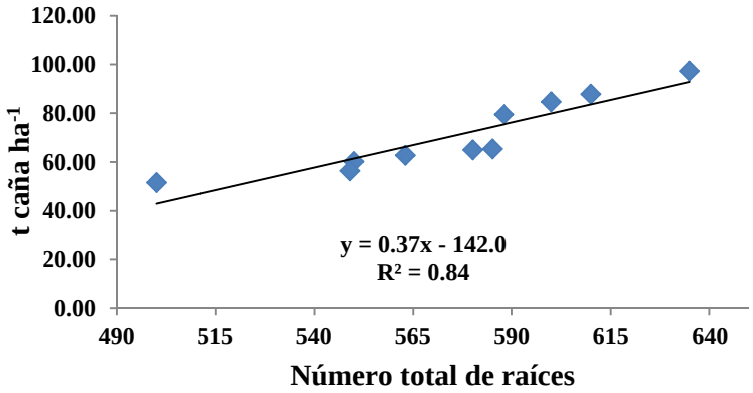


Fig. 5: Relación entre el número de raíces y las t caña ha^{-1}

CONCLUSIONES

1. Los tratamientos de IHO superaron al testigo en la producción de caña, alcanzando incrementos porcentuales que oscilaron entre 24.62 – 42.14 %, mientras que para el número de raíces totales fue de 9.7 %
2. El tratamiento de dos aplicaciones de IHO a 3 litros ha^{-1} en los campos 713 y 701 igualó al de tres aplicaciones a 3 litros ha^{-1}, lo que puede ser una alternativa para incrementar producción y reducir costos tanto en producto como en aplicación.
3. El número de raíces totales tuvo una relación positiva con el rendimiento agrícola en el estudio de semilla, lo que puede ser una de las posibles causas en el incremento de la producción agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- Martins, A. L. M.; M. G. A. LandelL, Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no programaCana IAC. Pindorama: Instituto Agronômico, **1995**.p. 2-14.
2- Bastidas, L; R. Rea; N. Rodríguez; J. Ventura, Jesús Influencia del sistema radical sobre los indicadores de rendimiento en la caña de azúcar Multiciencias, vol. 11, núm. 1, enero-abril, 2011, p. 15-25 Universidad del Zulia.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados
DIVERSIFICACIÓN 2017

DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE VARIOS CULTIVOS DE COBERTURA A LOS NEMATODOS *MELOIDOGYNE INCOGNITA* Y *M. ARENARIA*

SUSCEPTIBILITY OF VARIOUS COVER CROPS TO THE NEMATODES *MELOIDOGYNE INCOGNITA* AND *M. ARENARIA*

Coto, F*[1], Gómez, R[1], González, MI[2]

[1] Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.
[2] Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística
*cotofelipe@gmail.com

RESUMEN

La susceptibilidad de varios cultivos de cobertura a los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria* fue evaluada en invernadero de la Universidad de Costa Rica. Las plantas de cobertura se inocularon con 3000 huevos y juveniles (J2) de los nematodos siguiendo un diseño experimental irrestricto al azar; se realizó un análisis de varianza para un arreglo factorial de tratamientos. No se encontraron diferencias significativas en el peso seco de la parte aérea (p=0,8769) ni en el peso fresco radical (p=0.5665) de las leguminosas inoculadas y sin inóculo. Los valores promedio del factor de reproducción fueron inferiores a 1, por lo que las poblaciones finales de *M. incognita* y *M. arenaria* disminuyeron en promedio un 71% y 19%, respectivamente, en potes con *Vigna radiata*; un 32% y 29%, respectivamente, en potes con *Crotalaria spectablis*, y un 100% en potes con *Mucuna pruriens* y *M. deeringiana*, con respecto a la población inicial.
PALABRAS CLAVE: coberturas vivas, manejo integrado de plagas, agricultura sostenible

ABSTRACT

The susceptibility of several cover crops to the nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria* was evaluated in a greenhouse at the University of Costa Rica. Cover crops were inoculated with 3000 eggs and juveniles (J2) of the nematodes in a completely randomized design; an analysis of variance was performed for the factorial arrangement. No significant differences were determined for shoot dry weight (p=0.8769) or root fresh weight (p=0.5665) of inoculated and non-inoculated legume plants. Reproduction factor values were lower than 1, therefore final populations of *M. incognita* and *M. arenaria* decreased 71% and 19%, respectively, in pots planted with *Vigna radiata*; 32% and 29%, respectively, in pots planted with *Crotalaria spectabilis*, and 100% in pots planted with *Mucuna pruriens* and *M. deeringiana*, from the initial population.
KEY WORDS: living mulches, integrated pest management, sustainable agriculture

INTRODUCCIÓN

Un cultivo de cobertura es aquel que se siembra en asociación con otros cultivos, ya sea intercalado o en rotación, y puede ser temporal o permanente (1). Estos cultivos cubren el suelo y mejoran la absorción del agua, ayudan en la conservación del suelo, disminuyen la escorrentía, lixiviación de nutrientes y erosión y controlan malezas. Además, tienen el potencial de disminuir las poblaciones de nematodos fitoparásitos, como una estrategia complementaria al tratamiento del suelo con productos químicos (2). Los nematodos del género *Meloidogyne* se clasifican como endoparásitos, ya que penetran la raíz y colocan sus huevos en ella. Son especialmente importantes en las zonas tropicales y sub tropicales donde las condiciones ambientales y las prácticas de cultivo favorecen su desarrollo (3). La gran cantidad de hospederos susceptibles al género *Meloidogyne* limita la escogencia de cultivos de cobertura, que idealmente deben ser no hospederos a estas

importantes plagas. Debido a que la investigación en Costa Rica sobre la susceptibilidad de los cultivos de cobertura a los nematodos fitoparásitos es escasa, el objetivo de este estudio fue evaluar la susceptibilidad de cinco especies de leguminosas tropicales a los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria* en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Universidad de Costa Rica en 2015. Se evaluaron las plantas leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, *Vigna radiata*, *Mucuna deeringiana* y *Mucuna pruriens*, y las especies de nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*, en un diseño experimental irrestricto al azar con cuatro repeticiones. Se incrementaron las poblaciones de ambas especies de nematodos en plantas de tomate (*Solanum licopersicum* cv. Hayslip), de 30 días de edad, durante 60 días en invernadero. Paralelamente se sembraron las leguminosas en potes de 4000 cm^3 con suelo esterilizado, dejando una planta por pote. Se extrajo el sistema radical de las plantas de tomate luego del periodo mencionado y se obtuvo una suspensión de concentración tal que permitiera agregar 3000 unidades de inóculo (huevos y juveniles en segundo estado J2) alrededor de cada planta, aproximadamente a 1 cm de distancia del tallo. Para la evaluación final, cada sistema radical se extrajo de la maceta, y se le realizó el mismo procedimiento de extracción inicial. También se tomó el suelo de cada maceta, se homogenizó en una bolsa y se obtuvieron 100 cm^3 de suelo por maceta. Las muestras se procesaron por el método de centrifugación en solución azucarada modificado por el laboratorio de nematología de la Universidad de Costa Rica. El dato obtenido se extrapoló al volumen total de suelo en cada maceta (4000 cm^3) y se determinó la población final (Pf) del nematodo en el suelo para cada repetición. Se determinó el peso fresco del sistema radical de cada una de las plantas evaluadas inmediatamente después del corte. También se cortó la parte aérea de cada planta, se secó en una estufa a 65^oC durante 48 horas y finalmente se determinó el peso seco. Se midió el Factor de Reproducción (FR), el cual establece la cantidad de veces que se reprodujo la población inicial en cada hospedero. El cálculo de esta variable se realizó mediante la fórmula: FR = Pf / Pi, donde Pf=población final y Pi=población inicial de los nematodos inoculados. Se realizó un análisis de variancia para un diseño irrestricto aleatorio con un arreglo factorial de tratamientos (especie vegetal x especie nematodo). Los valores obtenidos al calcular el factor de reproducción (FR) fueron mayoritariamente cero, en cuyo caso cualquier prueba estadística daría no significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas (p=0,8769) en el peso seco de la parte aérea de las leguminosas al comparar los tres tratamientos (Tabla I). La interacción resultante entre las plantas sometidas al inóculo fue igual que en las que no se realizó la inoculación de huevos y juveniles (J2) de *Meloidogyne* spp.

Tabla I. Peso seco promedio (g) de la parte aérea de las plantas leguminosas inoculadas y sin inocular con los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*. Alajuela, 2015.

Cultivo de cobertura	*M. incognita*	*M. arenaria*	Sin nematodo
Experimento 1			
Mucuna pruriens	19,97	12,35	16,78
Mucuna deeringiana	26,84	39,46	24,88
Experimento 2			
Crotalaria juncea	15,10	15,49	12,91
Crotalaria spectabilis	24,50	30,01	35,45

De manera similar, tampoco se presentaron diferencias significativas (p=0.5665) en el peso fresco de las raíces de las leguminosas entre aquellas plantas inoculadas con los nematodos y las no inoculadas (Tabla II).

Tabla II. Peso fresco promedio (g) de las raíces de las plantas leguminosas inoculadas y sin inocular con los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*. Alajuela, 2015.

Cultivo de cobertura	*M. incognita*	*M. arenaria*	Sin nematodo
Experimento 1			
Mucuna pruriens	74,08	64,90	97,90
Mucuna deeringiana	123,28	123,10	151,53
Vigna radiata	2,60	3,73	3,90
Experimento 2			
Crotalaria juncea	20,43	20,23	14,40
Crotalaria spectabilis	37,75	25,53	31,08

En este estudio el peso radical de los cultivos de cobertura no fue afectado por las especies de nematodos inoculadas, lo cual puede estar ligado a factores de resistencia señalados por (4), quienes indican que en materiales resistentes y moderadamente resistentes se dificulta el proceso de infección en estados como pre-penetración, penetración y reproducción, impidiendo el acoplamiento en las células radicales y posteriormente en los sitios de alimentación, lo que reduce significativamente la tasa de reproducción del nematodo. Al no verse alterados negativamente procesos clave como el transporte de agua y asimilados no se afectó el correcto funcionamiento fisiológico de la planta.

Los nematodos *M. incognita* y *M. arenaria* sólo se reprodujeron en las raíces de las leguminosas *Vigna radiata* y *Crotalaria spectabilis* (Tabla III). Sin embargo, los valores promedio del FR fueron inferiores a 1, lo cual indica que no se produjo ni tan siquiera un individuo por cada individuo inoculado, lo que provocó que la población inicialmente inoculada de *M. incognita* y *M. arenaria* disminuyera en promedio un 71% y 19%, respectivamente para *Vigna radiata*, y un 32% y 29% para *Crotalaria spectablis.* En comparación, en plantas de tomate (*Solanum licopersicum* cv. Hayslip) inoculadas con los nematodos de manera paralela para comprobar la infectividad del inóculo utilizado, el FR de *M. incognita* fue de 161 y el FR de *M. arenaria* fue de 66.

Tabla III. Factor de reproducción promedio de los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria* en el sistema raíz-suelo de leguminosas de cobertura. Alajuela 2015.

Cultivo de cobertura	*M. incognita*	*M. arenaria*
Experimento 1		
Mucuna pruriens	0	0
Mucuna deeringiana	0	0
Vigna radiata	0,3	0,8
Experimento 2		
Crotalaria juncea	0	0
Crotalaria spectabilis	0,7	0,7

Resultados similares fueron conseguidos por (5), quienes no encontraron reproducción para *M. incognita* razas 1 y 3 en *Mucuna deeringiana.* Para *M. arenaria* raza 1 y *M. javanica* determinaron un leve agallamiento pero nula reproducción en este hospedero. Algunos cultivares de *Mucuna* han sido reportados por (6) como no hospederos de *M. arenaria* raza 2, *M. incognita* raza 1 y *M. javanica*. El bajo factor de reproducción proporciona evidencia de que existen mecanismos de resistencia presentes en las plantas de cobertura, como lo son la producción de alcaloides, metabolitos secundarios y sustancias aleloquímicas. Aun así, la presencia de estos mecanismos de resistencia deberá ser confirmada y estudiada con mayor detalle en investigaciones futuras. Asimismo, se recomienda que la selección de un cultivo de cobertura adecuado para el control de poblaciones de nematodos se enfoque en la ausencia de reproducción por parte de estos, ya que cultivos con una categoría de susceptibilidad moderada podrían comprometer ciclos de cultivo posteriores (7). Asimismo, se debe prestar especial atención en la selección de la leguminosa, ya que un cultivo de cobertura exitoso en reducir la densidad de uno o varios géneros de nematodo puede que no tenga efecto con otras especies de nematodos y/o sus diferentes razas.

CONCLUSIONES

El uso de los cultivos de cobertura en el presente estudio contribuyó a la disminución de poblaciones de *M. incognita* y *M. arenaria.* No se presentaron diferencias significativas en el peso fresco radical y peso seco aéreo de las leguminosas entre aquellas plantas inoculadas con los nematodos y las no inoculadas. El bajo factor de reproducción (FR) proporciona una evidencia muy fuerte de que existen mecanismos de resistencia involucrados en la relación antagónica que existe entre los cultivos de cobertura y los nematodos utilizados en este experimento.

REFERENCIAS

1. Hernández, Y., Alfaro, E., Mederos, D., Rivas, E., 2009. Las coberturas vivas en los sistemas de cultivos agrícolas. Tomas de ciencia y tecnología 13, 7-16.

2. Hussain, M., Kamran, M., Singh, K., Zouhar, M., Rysanek, P., Anwar, S.A., 2016. Response of selected okra cultivars to *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 82, 1-6.

3. Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J., 2005. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture: Second Edition.

4. Sañudo, B., Betancourth, C., 2005. Fundamentos de Fitomejoramiento. Universidad de Nariño.

5. McSorley, R., 1994. Host status of selected tropical rotations crops to four populations of root-knot nematodes. In. Nematropica, pp. 45-53.

6. Rodriguez-Kabana, R., Pinochet, J., Robertson, D.G., Wells, L., 1992. Crop Rotation Studies with Velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the Management of *Meloidogyne* spp. Nematropica 22, 45-53.

7. Pudasaini, M.P., Viaene, N., Moens, M., 2006. Effect of marigold (*Tagetes patula*) on population dynamics of *Pratylenchus penetrans* in a field. Nematology 8, 477-484.

PRODUCCION A ESCALA PILOTO DE ACIDO INDOLACETICO POR *Rhizobium sp*

INDOLACETIC ACID PRODUCTION AT PILOT SCALE BY RHIZOBIUM SP

Autor (es): León, V*, Bordallo, E*, Acosta, R*, Oliva, N*, Hernández, R*, San Juan, A.N*, Dopico, D*, Cámara, A*, Peña, E*, Díaz, D*, Luzardo, L*, Hernández, T*, Michelena, G*, Legrá, S

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Habana, Cuba.
* e-mail vivian.leon@icidcamy.azcuba.cu

RESUMEN

La producción de ácido indolacético (AIA) es una propiedad de las bacterias de la rizósfera que estimulan y facilitan el crecimiento de las plantas, obtenerlo a partir de la fermentación microbiana es una alternativa para reemplazar el empleo de las hormonas sintéticas. En este trabajo se monitoreó la producción exógena de AIA por *Rhizobium sp* en medio suplementado con triptófano, se calcularon las respuestas productivas del proceso y fueron estimados los parámetros cinéticos del crecimiento bacteriano. Los resultados revelaron la factibilidad de sintetizar AIA por fermentación microbiana a escala de 250 L, lográndose concentraciones en el intervalo de 214 a 266 mg/L entre 32 y 36 h, tiempo que coincide con el agotamiento de la fuente de carbono. La velocidad específica de crecimiento celular fue 0,12 h^{-1}, siendo la productividad promedio de la auxina 7,1 mg/Lh.
PALABRAS CLAVE: ácido indolacético, *Rhizobium sp,* metabolito secundario

ABSTRACT

The production of indoleacetic acid (AIA) is a property of rhizosphere bacteria that stimulate and facilitate growth of plants, obtaining it from microbial fermentation is an alternative to replace the use of synthetic hormones. At this work the exogenous production of AIA by *Rhizobium sp* was monitored in medium supplemented with tryptophan, the productive responses of the process were calculated and the kinetic parameters of the bacterial growth were estimated. The results revealed the feasibility of generating AIA by microbial fermentation at 250 L scale, reaching concentrations in the range of 214 to 266 mg/L between 32 and 36 h, which coincides with the depletion of the carbon source. The specific rate of cell growth was 0.12 h^{-1}, with the average productivity of auxin being 7.1 mg/Lh.
KEY WORDS: indoleacetic acid, *Rhizobium sp,* secundary metabolite

INTRODUCCIÓN

Las plantas para su crecimiento además de agua, nutrientes, luz solar y dióxido de carbono, necesitan hormonas. Las fases del desarrollo vegetal están relacionadas con diferentes sustancias orgánicas que se encuentran en las plantas a bajas concentraciones y son conocidas como reguladoras del crecimiento vegetal. Entre ellas, las auxinas resultan un grupo importante al mejorar la arquitectura de las raíces, la adquisición de nutrientes, la senescencia, dominancia apical y la floración (1).

La industria agroquímica ha desarrollado auxinas sintéticas que imitan la estructura de las naturales, siendo utilizadas el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y el ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzoico (Dicamba), entre otras (2). Actualmente hay mayor comprensión para potenciar el desarrollo de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente y el uso de productos químicos no está en consonancia con esta tendencia. El desarrollo de alternativas que disminuyan el uso de químicos en la agricultura apoya que se realicen investigaciones con las denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) que son utilizadas como biofertilizantes (3) o como bacterias productoras de auxinas (4).

La síntesis microbiológica de estas auxinas, fundamentalmente del AIA, es un aspecto a tomar en cuenta sí se considera que la aplicación de caldos fermentados que lo contengan, puede convertirse en una opción factible para contribuir a potenciar una agricultura orgánica en nuestro país, partiendo de que esta hormona vegetal controla los tropismos que se manifiestan en la planta, el desarrollo del sistema radical e incrementa la división a nivel celular, lo que se traduce en un aumento de tamaño de los frutos y el número de hojas (5).
Este trabajo tuvo como objetivo monitorear el AIA producido, por la cepa de *Rhizobium sp,* utilizada en la en la producción de BIOENRAIZ durante el proceso de fermentación realizada en un bioreactor de 500 L, calcular las respuestas productivas del proceso y estimar los parámetros cinéticos del crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo, medio y condiciones de crecimiento
La bacteria utilizada fue *Rhizobium sp.03*. Se seleccionó el extracto de levadura como medio de crecimiento, con la siguiente composición: K_2HPO_4; $CaCl_2$; $MgSO_4$; $(NH_4)_2SO_4$; suplementado con L-triptófano y sacarosa, a pH 6,8-7,0 en todas las experiencias. Se incubó el inóculo a 150 rpm, 30 ºC, durante 24 h, manteniendo una relación 1/10 (v/v). La prefermentación se ejecutó durante 12 h en un fermentador de 32 L (INFORS), variables constantes: 500 rpm, 0,7 vvm, 0,5 atm y control de pH en el intervalo referido. La fermentación se realizó en un bioreactor Marubishi 500 L, durante 48 h a: 200 rpm; 0,25 vvm; 0,5 atm. Se estudiaron cuatro lotes: 1602, 1603, 1604 y 1608.
Determinaciones analíticas
Cuantificación de Azúcares reductores totales (ART)
Se determinaron los ART cada 12 h en el sobrenadante resultante de centrifugar el caldo fermentado durante 20 min a 10 000 rpm. El método seguido fue método de Eynon-Lane modificado (6), previa inversión de los azúcares en medio ácido.
Estimación de la producción de AIA
Para la determinación del AIA se tomaron muestras del caldo fermentado cada 4 h, las que se centrifugaron a 10 000 rpm, durante 20 min, y en el líquido se cuantificó la hormona empleando el método colorimétrico descrito por Glickhamn (7), utilizando el reactivo de Salkowsky. Las lecturas espectrofotométricas se realizaron a 540 nm.
Determinación de los parámetros de crecimiento
Los cálculos cinéticos se definieron de acuerdo con la literatura (8). Considerando que la velocidad específica de crecimiento (μ) se define por la ecuación: $\ln N = \ln N_o + \mu t$, se calculó μ conociendo los valores de crecimiento celular a un determinado tiempo. Asimismo se determinó el tiempo de duplicación celular según $\tau = \ln 2/\mu$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de la bacteria y el consumo de ART se encuentran directamente relacionados desde el comienzo de la fermentación. En la tabla I se aprecia una disminución notable de los ART, consumiéndose aproximadamente el 52 % de ellos en las primeras 12 h. A las 24 h de fermentación solamente quedaba el 7 % y pasado este tiempo, el suministro de la fuente de carbono se agota. Tomando en cuenta los resultados anteriores se estimó que el consumo aproximado de sustrato es 0,4 g/Lh. Coincidentemente, a partir de la hora en que se consume la fuente de carbono la tendencia de crecimiento bacteriano hasta el final del proceso resulta menos marcada, como se muestra en la propia tabla.
Resulta importante conocer la cinética de crecimiento de los cultivos microbianos para predecir cómo evolucionará el mismo; por lo que, en base a los datos anteriores, se calcularon los parámetros cinéticos y los resultados para cada lote se resumen en la tabla II.

Tabla I. Azúcares reductores totales y crecimiento celular durante la biosíntesis del AIA

Tiempo (h)	*Lotes*								*Consumo medio de sustrato (g/L)*
	1602		*1603*		*1604*		*1608*		
	ART (g/L)	*ln N (UFC/mL)*	*ART (g/L)*	*ln N (UFC/mL)*	*ART (g/L)*	*ln N (UFC/mL)*	*ART (g/L)*	*ln (UFC/mL)*	
0	10,4	20,12	8,6	20,03	8,6	18,89	9,8	20,13	-
12	4,6	22,43	4,4	22,43	3,6	25,80	5,4	21,98	4,8
24	0	22,87	2,2	22,87	0,2	28,22	0,6	23,12	3,8
36	0	24,65	0	24,65	0	28,10	0	23,67	0,7
42	0	23,12	0	22,91	0	25,73	0	24,31	-

Tabla II. Parámetros cinéticos, concentración máxima y productividad de AIA para cada lote

LOTE	*velocidad específica de crecimiento (μ) (h^{-1})*	*Tiempo de generación (τ) (h)*	*$C_{máx}$ AIA (mg/mL)*	*$C_{máx}$ AIA (h)*	*Productividad AIA (mg/Lh)*
1602	0,125	5,5	238	32	7,4
1603	0,128	5,4	256	36	7,1
1604	0,255	2,7	266	36	7,4
1608	0,099	7,0	214	32	6,7

Los valores mostrados en la tabla anterior concuerdan con los reportes presentados por Altuna (9) en los que obtuvieron velocidades específicas de crecimiento entre 0,097 y 0,129 h^{-1} para la misma bacteria en fermentadores con un volumen de trabajo de 3 L. En el lote 1604 se encontró un crecimiento marcadamente superior con respecto al resto que devino en casi la mitad del tiempo de generación de las otras tres experiencias.

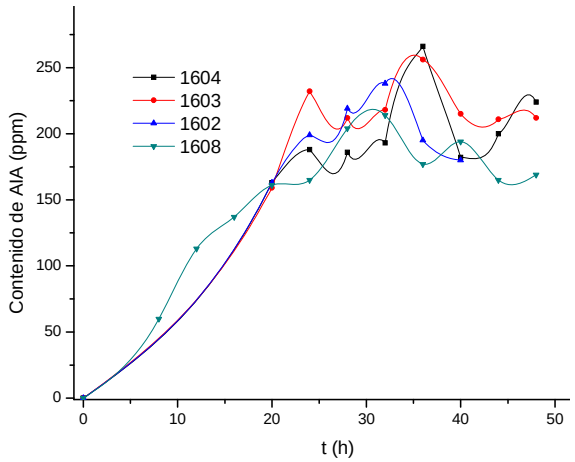


Fig. 1 Producción de AIA durante la fermentación

En este estudio, la producción de la fitohormona (Figura 1) comienza a ser notable después de 24 h, consiguiéndose la mayor producción entre las 32 y 36 h, tiempo que coincide con el agotamiento de la fuente de carbono; por lo que se recomienda ésta como la hora final del proceso; tomando en cuenta además que después de la referida hora se produce una disminución en la concentración de AIA, debido probablemente a la presencia de enzimas que lo degradan (10).

De acuerdo con el análisis de varianza, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las concentraciones máximas de AIA obtenidas para los lotes evaluados.

Las concentraciones máximas del metabolito de interés con las correspondientes horas en que fueron alcanzadas y las productividades obtenidas para cada lote se resumen en la tabla II. Puede apreciarse que se consigue una productividad promedio de 7,1 mg/Lh, resultado que resultó inferior a los obtenidos por Altuna (9), como ya se dijo anteriormente, a una escala casi 100 veces menor.

Es conocido que cuando los microorganismos crecen en un medio rico en nutrientes no producen metabolitos secundarios o, sí lo hacen, su producción es reducida. De esta forma, la información genética necesaria para producir metabolitos secundarios solamente se expresa al máximo cuando el crecimiento se encuentra restringido. Este comportamiento ha sido reportado en la literatura por muchos autores, quienes explican que la síntesis de metabolitos secundarios, como el AIA, pueden ser estimulados por factores de estrés como la limitación de la fuente de carbono y/o las condiciones de microareofilia (11). Este comportamiento fue corroborado en este trabajo al alcanzarse la máxima producción de AIA bajo condiciones de estrés, después de que se agotara la fuente de carbono.

CONCLUSIONES

Se demostró la factibilidad de producir AIA a partir de la fermentación microbiana, a escala piloto, de una cepa de *Rhizobium sp*., lográndose concentraciones máximas desde 214 hasta 266 mg/L entre las 32 y las 36 h después de iniciado el proceso; hora que se propone como final. Bajo las condiciones de trabajo, la máxima velocidad específica de crecimiento fue 0,12 h^{-1}, el consumo de sustrato 0,4 g/L.h y la productividad promedio de la auxina 7,1 mg/Lh.

REFERENCIAS

1. Pedraza, R. et al. Aromatic amino acid aminotransferase activity and indole-3-acetic acid production by associative nitrogen-fixing bacteria. FEMS Microbiol Lett., 2004, 233, 1, 15-21. ISSN: 1574-6968.
2. Alvez, B., Oropeza, M. Efecto de Dicamba y de ácido 2,4 diclorofenoxiacético sobre la embriogénesis somática en caña de azúcar. Rev. Colomb. Biotecnol., 2015, XVII, 2, 85-94. ISSN: 0123-3475.
3. Akbari, G. et al. Isolation and selection of indigenous *Azospirillum spp*. and the AIA of superior strains effects on wheat roots. W J. Agric. Sci., 2007, 3, 4, 523-529. ISSN: 0021-8596.
4. Lin, L. and Xu, X. Indole-3-acetic acid production by endophytic *Streptomyces sp*. En-1 isolated from medicinal plants. Curr Microbiol., 2013, 67, 2, 209-217. ISSN: 0343-8651.
5. Santner, A.; Calderon-Villalobos, L. I. A. and Estelle, M. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. Nature chemical biology, 2009, 5, 5, 301-307. ISSN: 1552-4450.
6. Biart, M. Manual de Técnicas Analíticas. ICIDCA, La Habana, Cuba, 1982, 15- 17.
7. Glickhamn, E. et al. A critical examination of the specificity of the Salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. Appl. Environ. Microbiol., 1995, 61, 2, 793-796. ISSN: 0099-2240.
8. Crueger, W. and Crueger, A. Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial. 3ed. Madrid, España: Editorial Acribia, 1993. 413 p. ISBN: 9788420007434.
9. Altuna, B. et al. Evaluación de diferentes sistemas de fermentación para la producción de ácido indolacético por *Rhizobium sp.* ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2006, XL, 3, 45-50. ISSN: 0138-6204.
10. Data, C. and Basu, P.S. Indole acetic acid production by a Rhizobium species from root nodules of a leguminous shrub, *Cajanus cajan*. Microbiol. Res., 2000, 155, 2, 123-127. ISSN: 0944-5013.
11. Zakharova, E.A. et al. Effect of water soluble vitamins on the production of indole-3-acetic acid in *Azospirillum brasilense.* Microbiol Res., 2000,155, 3, 572-576. ISSN: 0944-5013.

METABOLITOS PRODUCIDOS POR LA BACTERIA *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS*

METABOLITES PRODUCED BY THE BACTERIUM *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS*

Autor (es): Gómez, E*, Guevara, Y., Oliva, N., Díaz, D., Serrano, J., San Juan, AN., Pérez, M., Carabeo,V., Martínez, Y.

UEB BioProcesos CUBA-10 del Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). Pablo Noriega. Quivicán, Mayabeque. Cuba.
* e-mail: eulalia.gomez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra la caracterización química de alguno de los matabolitos obtenidos a partir de los efluentes de la fermentación de la bacteria endófita *Gluconacetobacter diazotrophicus* en cultivo sumergido. Los experimentos se realizaron en un fermentador de 13 L utilizando el medio LGI con sacarosa como fuente de carbono. Con el objetivo de detectar y cuantificar los principales metabolitos contenidos en estos efluentes fueron aplicadas diferentes técnicas de cromatografía. Como resultado se logró cuantificar algunos de los metabolitos presentes, tales como: Ácidos orgánicos, fenólicos y un amplio perfil de ácidos grasos. Estos últimos han sido reportados por diferentes autores como fitoestimulantes del crecimiento vegetal. Por otra parte, la inoculación de plantas de lechuga con este biofertilizante tuvo un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo vegetativo en cuanto a altura, peso y número de hojas, lográndose un incremento en el rendimiento de un 50% respecto al control.

PALABRAS CLAVE: *Gluconacetobacter diazotrophicus*, metabolitos, cromatografía.

ABSTRACT

In the present work the chemical characterization of some of the matabolites obtained from the effluents of the fermentation of the endophytic bacterium *Gluconacetobacter diazotrophicus* in submerged culture is shown. The experiments were carried out in a 13 L fermentor using the LGI medium with sucrose as the carbon source. In order to detect and quantify the main metabolites contained in these effluents, different chromatography techniques were applied. As a result it was possible to quantify some of the metabolites present, such as: Organic acids, phenolic and a broad profile of fatty acids. The latter have been reported by different authors as phytostimulant plant growth. On the other hand, the inoculation of lettuce plants with this biofertilizer had a positive effect on the growth and vegetative development in terms of height, weight and number of leaves, achieving an increase in yield of 50%.

KEY WORDS: *Gluconacetobacter diazotrophicus*, metabolites, chromatography.

INTRODUCCIÓN

Gluconacetobacter diazotrophicus, microorganismo cuyo descubrimiento abrió un nuevo capítulo en la fijación de nitrógeno en plantas no leguminosas, potencial que se amplió cuando Fuentes et al, 1999 demostraron que libera hasta 50% del nitrógeno fijado y produce diversas auxinas, principalmente AIA y citocininas (2, 3). Su carácter de endófito lo hace aún más interesante pues este grupo de microorganismos

tiene ventajas sobre los rizosféricos al recibir protección ante condiciones ambientales adversas en el interior del vegetal y ser más directos los efectos beneficiosos que provocan (4, 5, 6). En el presente trabajo se

presentan los resultados de la caracterización de los principales metabolitos contenidos en la producción del *G. diazotrophicus* y su evaluación en el cultivo de lechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo, conservación y producción del inoculante.

Cepa *G. diazotrophicus* 166 INICA, aislada de caña de azúcar, variedad Ja60-5, en suelo Cambisol del CAI "Espartaco" de la Provincia de Cienfuegos, Cuba. Cepa mantenida en medio LGI P sólido.
Las experiencias se realizaron en fermentador INFORS de 13L en medio LGI-P, sacarosa 10 $g.L^{-1}$ como fuente de carbono. Condiciones de operación: Temperatura (30º C), flujo de aire 0.25 $L.min^{-1}$, agitación de 400 $rev.min^{-1}$, densidad inoculo de 10 % a concentración inicial de 10^8 UFC mL^{-1}, pH libre durante el proceso. La hora final por el consumo de los Azúcares Reductores Totales, ART entre 2 y 3 g L^{-1}.

Caracterización de metabolitos contenidos en el caldo de cultivo de *G. diazotrophicus*. Determinación cuantitativa de Índoles por HPLC.

5 ml del cultivo a pH entre 2.8 y 3, extracción con acetato de etilo 3 veces, roto evaporado hasta sequedad, reconstituido en 1 ml de fase móvil. La cuantificación de índoles se realizó por HPLC, cromatógrafo SHIMADZU con detector de Fluorescencia RF-10AXL. Columna KROMASIL 100 C18 5 mm (25 x 0,4), lazo de inyección de 20 ml. Separación cromatográfica en forma isocrática columna fase reversa C18, fase móvil metanol-ácido acético 0,5 % (6:4, v/v), velocidad de flujo 0,7 mL min^{-1}, λ de excitación de 280 nm y emisión de 340 nm. La cuantificación del AIA se obtuvo determinando el área de los picos de la muestra, interpolando en la curva de calibración.

Detección de ácidos orgánicos y fenólicos. Ídem anterior procedimiento extracción de la muestra.

Para las determinaciones de ácidos orgánicos y fenólicos se utilizó la técnica (HPLC), equipo KNAUER con detector UV de longitud de onda variable con inyección de 20 µL, columna Hypersil 5 ODS a flujo de 6 mL/min, detector UV 210 nm para ácidos orgánicos y 280 nm para los fenoles.

Caracterización de los ácidos grasos. Espectrometría de gas acoplada a masa (GC-MS).

Para la caracterización de los ácidos grasos que componen los aceites extraídos se empleó un cromatógrafo de gases GC-17A (Shimadzu) acoplado a un espectrofotómetro de masas MS-QP5050A. Se utilizó una columna apolar DB1 de 30 m de longitud y 0,25 mm de diámetro, la rampa de temperatura 60 - 260 ºC con diferentes velocidades de calentamiento; inyector y detector a 250ºC; utilizando He como portador a la presión de 56.7 KPa y flujo de 51.2 ml min^{-1}, con un tiempo programado de 60 min. La identificación de los compuestos se realizó mediante el análisis de sus espectros de masas, con apoyo de la Biblioteca NIST-MS Search 2.0 que forma parte tanto de los Programas GCMSsolution del equipo y por el Programa AMDIS.

Evaluación agronómica preliminar de G*luconacetobacter diazotrophicus* en cultivo de lechuga.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas utilizando como bloques los canteros de lechuga del Organopónico "Pablo Noriega", Empresa 19 de Abril del Municipio Quivicán. Al final de la cosecha se evaluaron indicadores de desarrollo vegetativo y productivo: altura y peso de las plantas, número

de hojas y rendimiento. La inoculación se realizó por aspersión, con ayuda de una mochila de 16 litros, a una dosis de 2 L ha^{-1}.

Análisis estadístico de los resultados.

Todos los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando el programa Statgraphics Centurion XV. Utilizando la prueba "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se muestra la composición de ácidos orgánicos y fenólicos presentes en el cultivo de la producción del *G. diazotrophicus*, con los mayores contenidos para el ácido jasmónico. Según lo informado por Vega et al., (2016) este ácido es una señal volátil que modula el desarrollo del polen y las respuestas a infecciones por patógenos en las plantas.

Tabla I. Composición de Ácidos Orgánicos y Fenólicos presentes en *G. diazotrophicus*.

Ácidos Orgánicos	
Compuesto	**Conc. (mg mL^{-1})**
Acido Jasmónico	**0.125- 0.180**
Ácido indolacético (AIA)	No presente
Ácidos Fenólicos	
Ácido P-H- Benzóico	**0.046-0.050**
Ác. Vainillinico y Syríngico	No presente

Se conoce ampliamente el papel de los ácidos grasos en la inducción de defensa de las plantas, caracterizándose principalmente por su capacidad para unirse a los carbohidratos de la membrana vegetal y provocar la aglutinación de células adyacentes. La asociación de los ácidos grasos a la pared celular vegetal forma una "capa protectora", que favorece la protección mecánica de la membrana celular, parte más susceptible al ataque de los patógenos. (8)

Durante la última década muchos estudios han confirmado la eficacia de varios tipos de ácidos grasos para su uso en las estrategias de control de plagas y enfermedades (8). Los resultados de la caracterización en la composición de ácidos grasos de los extractos de aceites demuestran que los aceites extraídos presentan una composición dentro del rango de la composición de los aceites vegetales. La identificación, composición y por ciento relativo en la muestra se da en Tabla II.

Tabla II. Identificación analítica y contenido relativo de los extractos de aceite de la producción de *G. diazotrophicus*.

No	**RT**	**COMPUESTO**
1	**12.939**	**1-Tridecanol**
2	**13.234**	**Cyclohexylamine, N,N-dimethyl-1-phenyl**
3	**13.576**	**1-Hydroxy-2,4-di-tert-butylbenzene**
4	**15.792**	**1-Hexadecene**
5	**19.650**	**Undecanoic acid, methyl ester**
6	**36.712**	**Lauric acid, methyl ester**
7	**46.109**	**Myristic acid, methyl ester**
8	**50.090**	**Acetic acid, octadecyl ester**
9	**51.125**	**Oleic acid, methyl ester**
10	**53.650**	**Stearic acid, methyl ester**

Evaluación agronómica preliminar de *G. diazotrophicus* en el cultivo de lechuga

Los resultados para los diferentes indicadores de desarrollo vegetativo y productivo evaluados en el cultivo de lechuga al término de la cosecha evidencian la estimulación que el microorganismo provoca en los diferentes indicadores agronómicos (Tabla III), los que coinciden con los informados por L. F. Rouws et al., (2010) al inocular con G. *diazotrophicus* plantas de arroz y caña de azúcar, las que mostraron un aumento en varios parámetros de crecimiento, como la masa, el contenido de nitrógeno y el número de tallos.

Según estos autores en el proceso de colonización de plántulas de caña de azúcar y arroz cultivadas en hidropónico e inoculadas con la cepa PAL5 de *G. diazotrophicus* marcada con los genes informadores gusA

y gfp para estudiar la interacción planta PAL5. La PAL5 se pudo aislar de la superficie de la raíz (10^8 CFU g^{-1}) y de los tejidos de raíz y tallo desinfectados en la superficie (10^4 CFU g^{-1}) de plantas inoculadas, lo que sugiere que PAL5 colonizó los tejidos internos de la planta. La microscopía de luz confirmó la presencia de bacterias dentro del tejido radicular. Después de la inoculación de plántulas de arroz con PAL5 marcado con el plásmido gfp pHRGFPTC, se observó que las bacterias fluorescentes de color verde brillante colonizaban la superficie de la raíz del arroz, principalmente en los sitios de emergencia de las raíces laterales.

Tabla III. Efecto de la aplicación de *G. diazotrophicus* sobre el cultivo de lechuga

Va	(cm)	nojas	(gr)	(tn ha)
Testigo	17.8 b	14.2 b	50 b	0.05 b
Inoc.	22.5 a	18.9 a	110 a	0.1 a
Esx	1.66	1.15	12.80	0,58
CV (%)	3.08	13.69	36.98	7,26

Medias con letras distintas difieren significativamente al 5%.

Figuras (1-2). Planta de lechugas Testigo (T) e inoculada (I) al término de la cosecha.

Los efectos positivos, descritos por Dibut et al., (2005) para los cultivos de boniato, malanga, papa, papaya y yuca, demuestran que una vez establecida la bacteria en el interior del vegetal y desatada su maquinaria metabólica se logran efectos positivos sobre diferentes indicadores del crecimiento y desarrollo que se revierten en el rendimiento. Se observa un incremento en el desarrollo vegetativo de las plantas de lechuga de la variante inoculada con respecto a la variante testigo, figuras (1-2).

CONCLUSIONES

Se logró cuantificar algunos de los compuestos orgánicos de la producción del *G. diazotrophicus* con conc. entre 0.12- 0.18 mg mL^{-1} de ac. jasmónico y los mayores contenidos para los ácidos laurico y esteárico, así como un óptimo desarrollo vegetativo de las plantas de lechuga en cuanto a altura, peso y número de hojas, con incremento en el rendimiento de un 50%.

REFERENCIAS

1. Fuentes RL, et al. Colonization of sugarcane by *Acetobacter diazotrophicus*, and indolacetic is inhibited by high N-fertilization. FEMS. Microbiol. Ecol.1999, 29:117-128.
2. Lee S, et al. Indole-3-acetic acid biosynthesis is deficient in *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains with mutations in cytochrome c biogenesis genes. J. Bacteriol. 2004, 186:5384-5391.
3. Madhaiyan M, et al. Influence of pesticides on the growth rate and plant-growth promoting traits of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Pesticide Biochem. Physiol. 2006, 84:143-154
4. Muñoz J, Fuentes LE, Caballero J. Antagonism among *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains in culture media and in endophytic association. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2005, 54: 57-66.
5. Torres T, Yepes M. Evaluación de medios de cultivos líquidos y dos sistemas de separación físicos para dos bacterias del género *Azotobacter* sp. a nivel laboratorio. 2007, Tesis de Grado. Fundación Universidad de América. Ingeniería Química.
6. Bhattacharyya PN, Jha DK. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J. Microbiol. Biotechnol. 2012, 28: 1327-50.
7. Vega P, et al. Revisión bibliográfica. Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. Cultivos Tropicales. 2016, vol. 37, pp. 33-39.
8. Lawson, M., Kennedy, R., Stopes, C. Evaluation of garlic oil and other chemicals for control of downy mildew (Peronospora parasitica) in organic production of brassicas. Ann.Appl.Biol.1998,132:14-17.
9. L.F.M. Rouws, et al. Monitoring the colonization of sugarcane and rice plants by the endophytic diazotrophic bacterium *Gluconacetobacter diazotrophicus* marked with *gfp* and *gusA* reporter genes. Letters in Applied Microbiology. 2010, 3:325-330.

10. Dibut B, et al. Nuevos aislados de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en cultivos de importancia económica para Cuba. Cultivos Tropicales, 2005. vol. 25 no. 2, p. 5-10.

PRODUCCIÓN DE LA BACTERIA *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS* A ESCALA PILOTO

PRODUCTION OF BACTERIA *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS* AT PILOT SCALE

Autor (es): San Juan, A. N., Gómez, E., Acosta, R., Oliva, N., Bordallo, E., Pérez, M., Guevara, Y., Vázquez, Y.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Habana, Cuba. * e-mail ana.nelis@icidcamy.azcuba.cu

RESUMEN

La utilización de bacterias promotoras de crecimiento vegetal es una práctica que cada vez cobra mayor auge en la agricultura sostenible. *Gluconacetobacter diazotrophicus* es una bacteria de gran potencial, debido a su capacidad de fijar nitrógeno, solubilizar fósforo y producir compuestos indólicos. Este trabajo trata sobre la producción de esta bacteria a escala piloto, utilizando la cepa *Gluconacetobacter diazotrophicus* 166 en un medio de cultivo compuesto por melaza de la caña de azúcar, levadura torula hidrolizada y fosfato de amonio, lo cual permitió alcanzar concentraciones de 10^{10} UFC mL^{-1} en la etapa de propagación en fermentador de 32 litros y de $7x10^{12}$ UFC.mL^{-1} en fermentador de 500 litros con productividades de 0.12 y 0.15 g/L h^{-1}, respectivamente. La evaluación preliminar de la estabilidad de los cultivos de esta bacteria, a temperatura ambiente, demostró que el producto conserva una adecuada calidad cuando se envasa en vejigas de polipropileno manteniéndose altas concentraciones celulares.
PALABRAS CLAVE: Biofertilizantes**,** *Gluconacetobacter diazotrophicus*, bioproductos

ABSTRACT

The use of plant growth- promoting bacteria is a practice that is becoming more and more widespread in sustainable agriculture. *Gluconacetobacter diazotrophicus* is a bacterium of great potential, due to its ability to fix nitrogen, solubilize phosphorus and produce indolic compounds. This work deals with the production of this bacterium at pilot scale, using the strain *Gluconacetobacter diazotrophicus* 166 in a culture medium composed by sugarcane molasses, hydrolyzed torula yeast and ammonium phosphate, which allowed to reach concentrations of 10^{10} CFU mL^{-1} in the fermentation stage of 32 liters and $7x10^{12}$ CFU mL^{-1} in a 500 liter fermenter with productivities of 0.12 and 0.15 g / L h^{-1}, respectively. Preliminary evaluation of the stability of the cultures of this bacterium at room temperature showed that the product retains adequate quality when packaged in polypropylene bladders, where it maintains high cellular concentrations.
Keywords: Biofertilizers, *Gluconacetobacter diazotrophicus*, bioproducts

INTRODUCCIÓN

La necesidad de sustituir la agricultura convencional por una agricultura sostenible, más equilibrada con el medio ambiente ha generado la necesidad de promover la investigación y desarrollo de nuevos productos agrícolas elaborados a partir de microorganismos. Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) han demostrado su capacidad para estimular el crecimiento de los cultivos, a través de metabolitos entre los que se encuentran los reguladores del crecimiento vegetal , es por ello que su estudio es de gran interés en

función del mejoramiento de los cultivos agrícolas (1). Por lo tanto la utilización de BPCV es una práctica que toma auge en las últimas décadas (2).

Gluconacetobacter diazotrophicu es una bacteria endófita, asociada comúnmente al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (3), que tiene la capacidad de fijar nitrógeno, solubilizar fósforo, producir compuestos indólicos y controlar algunos patógenos (4) . Las BPCV endofitas tienen mayor disponibilidad de nutrientes en el interior de los tejidos vegetales y mínima competencia con otros géneros bacterianos relacionados, tal como sucede en la rizósfera y suelo (5).

El objetivo del presente trabajo ha sido producir la bacteria G*luconacetobacter diazotrophicus* a escala de fermentador de 500 litros y evaluar su estabilidad, para su uso como biofertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la cepa de *Gluconacetobacter diazotrophicus* 166, aislada de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), variedad Ja60-5, cultivada en suelo Cambisol del CAI "Espartaco" de la Provincia de Cienfuegos, Cuba. La cepa fue mantenida mediante pases sucesivos cada 30-45 días en cuñas de medio LGI-M sólido (6), incubadas a 30°C por 5 días y almacenadas en incubadora refrigerada de 4-2°C.

La propagación se realizó en erlenmeyers de 500 mL de volumen total conteniendo 100 mL de medio de cultivo LGI-P líquido (6), incubados en zaranda rotatoria termostatada INFORS HT Multitron a 180 $rev.min^{-1}$ y temperatura de 30ºC, por un período de 72 horas.

A escala piloto se utilizó el fermentador Infors HT de 42 L de volumen total, operando a 290 $rev.min^{-1}$ de agitación y la aireación de 12,5 $L.min^{-1}$, la temperatura de trabajo se mantuvo a 30°C +/- 2 ºC.

La producción se realizó en fermentador Marubishi de 500 litros, manteniendo una agitación de 150 $rev.min^{-1}$, la aireación de 12,5 $L.min^{-1}$, temperatura de trabajo de 30°C+/- 2 ºC.

El medio de cultivo utilizado fue formulado con miel final de caña, levadura torula hidrolizada y fosfato de amonio dibásico. El pH fue ajustado inicialmente entre 5,5-6,0. (7)

Durante el proceso se realizó el conteo de viables sobre la superficie de las placas con medio LGI-M sólido con bromotimol azul como indicador, el cual permite el reconocimiento de las colonias de *Gluconacetobacter diazotrophicus* a partir de la aparición de colonias típicas con un color amarillo-naranjas, las placas fueron incubadas a 30°C por 5 días. Los azúcares reductores totales (ART) fueron cuantificados por el método de Eynon-Lane (8). El contenido de nitrógeno se determinó por el método Kjeldahl (9). Para la medición del pH se utilizó un equipo modelo HANNA. La materia seca gravimétrica (MSG) para detectar la producción de biomasa fue determinada por desecación en estufa a 105 ºC durante 24 horas.

Se evaluaron seis lotes productivos y los resultados fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA con el empleo del test LSD de Fisher para determinar la diferencia entre medias, utilizando el programa STATGRAPHICS Centurión XV.

Los cultivos fueron envasados en contenedores plásticos de 20 litros y en vejigas de polipropileno de 5 litros y almacenados a temperatura ambiente entre 25-30 ºC, para evaluar la viabilidad del microorganismo en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cinéticas de crecimiento de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus* en fermentador de 42 y 500 litros se muestran en la figuras 1 y 2.

Los resultados demuestran un buen crecimiento de la bacteria *G. diazotrophicus***,** a escala piloto lográndose altas concentraciones en ambos fermentadores en el orden de 10^{10} UFC mL^{-1}, en la etapa de propagación (32 litros volumen de trabajo) y de $7x10^{12}$ $UFC.mL^{-1}$ en fermentador de 500 litros con un volumen de trabajo de 375 litros de, obteniéndose productividades de 0.12 y 0.15 $g/L\ h^{-1}$. Resultados similares han sido informados en fermentador de 5 litros utilizando un medio de cultivo sintético (10, 11). Es importante destacar que en los reportes que se han podido revisar no hay informes de la producción de esta bacteria a estos volúmenes,

siendo estos resultados muy promisorios para el establecimiento de un procedimiento tecnológico para la producción de esta bacteria a gran escala.

En el comportamiento cinético se puede observar que a pesar de lograrse el máximo crecimiento a la hora 56 del proceso, se mantiene el consumo de ART hasta la hora 72 de fermentación, este comportamiento pudiera estar asociado a la producción de productos secundarios, como auxinas, especialmente ácido indol acético y citoquininas, informado para esta bacteria (4).

El comportamiento del pH muestra una ligera disminución hasta valores de 4.5, este valor es superior a los cultivos de pH libre que se encuentran en el orden de 3.0 (12).

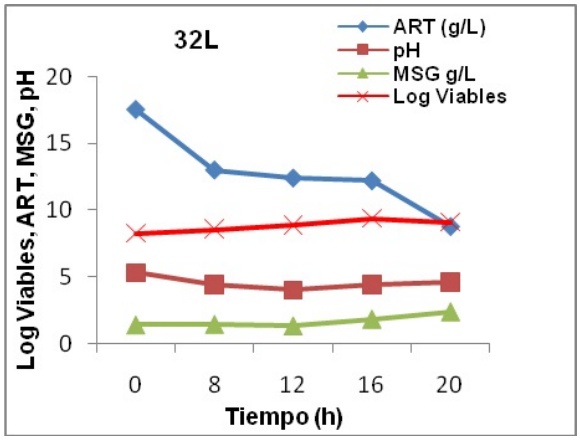


Figura 1. Cinética de crecimiento de *Gluconacetobacter diazotrophicus*, utilizando medio formulado con miel final de caña, en fermentador de 32 L a 290 rev.min^{-1} y aireación de 12,5 L.min^{-1}.

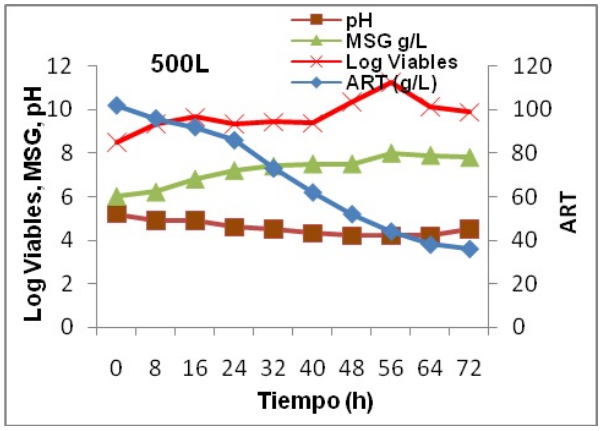


Figura 2. Cinética de crecimiento de *Gluconacetobacter diazotrophicus*, utilizando miel final de caña, en fermentador de 500 L a 150 rev.min^{-1} y aireación de 12,5 L.min^{-1}.

El análisis estadístico realizado de los resultados de 6 lotes producidos arrojaron que la concentración de ART utilizada en el medio, presentó un efecto significativo en la escala de fermentación y en el tiempo del proceso para un 95% de confianza, con una gran influencia en el crecimiento de la bacteria. La escala de producción y el tiempo de fermentación son factores que influyen estadísticamente de forma significativa sobre la producción de biomasa con un 95.0% de nivel de confianza (datos no mostrados).

En la figura 3 se muestra los resultados promedios del comportamiento de la estabilidad de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus* en el tiempo a temperatura ambiente

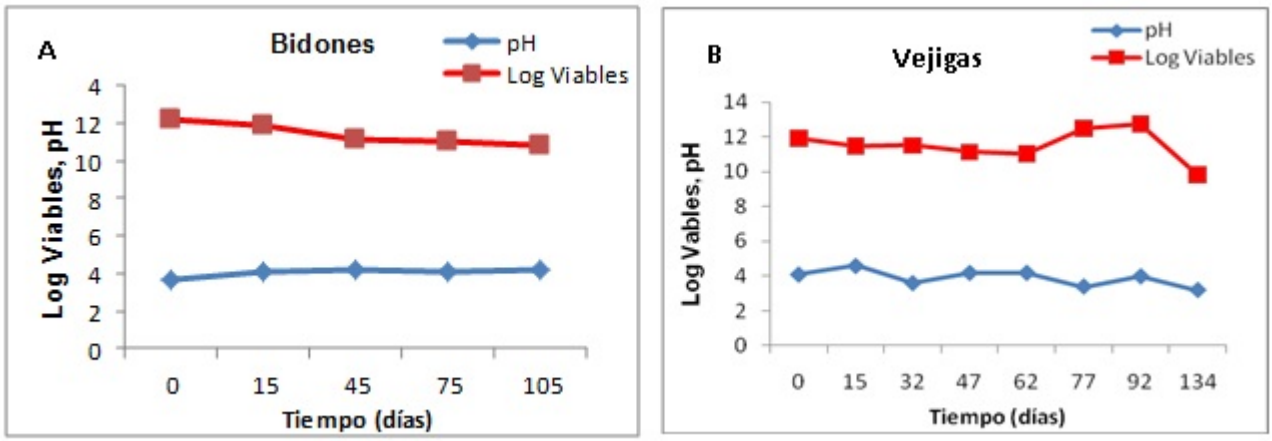


Figura 3. Comportamiento del la concetración de celulas viables de *Gluconacetobacter diazotrophicus* almacenados a temperaturas entre 28-30ºC. (A) Cultivo envasado en bidones plásticos de 20 litros y (B) cultivo envasado en vejigas de polipropileno de 5 litros.

El estudio de estabilidad de los cultivos de la bacteria *G. diazotrophicus* envasados en bidones de 20 litros y en vejigas de 5 litros demostró que se mantienen altas concentraciones celulares a temperatura ambientes en el orden de 10^{12} UFC.mL^{-1}, en un periodo mayor a los 100 días en ambos tipos de envases, estos estudios aún se mantienen en proceso.

A pesar de que los resultados aún son preliminares, se consideran de gran importancia para la obtención de un biofertilizante base *Gluconacetobacter diazotrophicus* que pueda ser introducido en la práctica agrícola, favoreciendo la reducción del uso de insumos químicos, contribuyendo de esta forma a la preservación del medio ambiente, la salud humana y del sustrato más rico que existe en la naturaleza, el suelo.

CONCLUSIONES

1. La producción de lotes demostrativos a escala piloto de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus*, cepa 166 resultó efectiva tecnológicamente, lográndose concentraciones de 10^{10} UFC mL^{-1}, en la etapa de propagación (42 litros) y de $7x10^{12}$ UFC.mL^{-1} en fermentador de 500 litros, con productividades de 0.12 y 0.15 g/L h^{-1}.
2. La evaluación preliminar de la estabilidad de los cultivos en los envases estudiados demostró que se mantienen altas concentraciones de la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus* en un periodo mayor a 3 meses.

REFERENCIAS

1. Rojas, M. et al. Relación de la fijación de nitrógeno y la producción de auxinas en cepas de *Gluconacetobacter diazotrophicus* procedentes de diferentes cultivos. Rev. Colomb. Biotecnol. 2009, Vol. XI No. 1, 84-93
2. Grageda-Cabrera, O. A. et al. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 2012, Vol.3 No.6
3. Cavalcante V A and Döbereiner J. A new acid-tolerant nitrogen fixing bacterium associated with sugarcane. Plant Soil, 1988, 108, 23-31.
4. Luna M.F., Aprea J., Crespo J.M., Boiardi J.L. Colonization and yield promotion of tomato by *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Applied Soil Ecology. 2012, 61, 225-229.
5. Botta A.L., Santacecilia A., Ercole, C., Cacchio P. In vitro and in vivo inoculation of four endophytic bacteria on *Lycopersicon esculentum*. New Biotechnology. 2013, 30, 6.
6. Muñoz, J., Fuentes, L. E., Caballero, J. Antagonism among *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains in culture media and in endophytic association. FEMS Microbial Ecology, 2005, 54, 57-66.
7. Miró, N. Diseño de un medio de cultivo para la producción de *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Tesis de Pregrado. Facultad Ciencias Técnicas. Universidad Agraria. 2015.
8. Biart, J.R. et al. "Determinación de Azúcares reductores totales", Método de Eynon-Lane modificado. Manual de técnicas analíticas. ICIDCA. Habana, Cuba. 1975.
9. Miller JN and Miller JC. Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry 5th Edition, Prentice Hall. London Pearson Education Limited, 2005, 124-125.
10. Dibut, B. et al. Estudio de la asociación G.diazotrophicus - viandas tropicales. I Selección de cepas efectivas para la biofertilización de boniato, yuca y malanga. Cultivos Tropicales. 2010, Vol 31, 4, 5-1
11. Molinari, M. L. Producción de exopolisacáridos tipo fructooligosacáridos por *Gluconacetobacter diazotrophicus*. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2012. E-Book. ISBN 978-950-34-0783-7.
12. Lee, S. et al. Indole-3-acetic acid biosynthesis is deficient in *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains with mutations in cytochrome c biogenesis genes. J. Bacteriol. 2004, 186, 5384-5391.

AUTOMATIZACIÓN DE PLANTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

AUTOMATION OF BIOTECHNOLOGICAL PLANTS FOR THE BYPRODUCTS PRODUCTION FROM SUGAR INDUSTRY

Autores: Lorenzo, M.*, Mesa, G., Díaz, M., Saura, G.

ICIDCA,
* marlen.lorenzo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Las exigencias de la industria actual hacen necesaria la automatización del proceso, pero en las plantas biotecnológicas resulta imprescindible; es por ello que el ICIDCA incluye la automatización en la concepción de las tecnologías desarrolladas para este tipo de plantas. Este trabajo comenta las funciones que desempeña la automatización en las diferentes áreas que componen las plantas biotecnológicas, considerando las variantes para las tecnologías de fermentación continua y discontinua y según el tipo de producto que se obtiene. Por sus características, los sistemas de automatización que se utilicen deben ser flexibles y es común el uso de una red industrial con un nivel de campo donde predominen los instrumentos inteligentes, con un nivel de control que garantice la adquisición de los datos en tiempo real, algoritmos de control PID autoajustables y accionamientos analógicos y digitales. (Realizable usando un sistema con PLC y SCADA).
PALABRAS CLAVE: Automatización, biotecnología, derivados de la industria azucarera.

ABSTRACT

The demands of today's industry make necessary the process automation, but in biotechnological plants it is essential; that is why the automation is included in the technology conceptions for this type of plant developed by ICIDCA. The functions of the automation in each area of the biotechnological plants are discussed in this paper, considering the variants for continuous and discontinuous fermentation technologies and according to the type of product obtained. Due to its characteristics, the automation systems used must be flexible and it is common to use an industrial network with a field level where intelligent instruments predominate, with a control level that guarantees the data acquisition in real time, Self-tuning PID control algorithms and analog and digital device driving. (It can be performed using a PLC and SCADA system).
KEY WORDS: Automation, biotechnology, byproducts from sugar industry.

INTRODUCCIÓN

De las tecnologías desarrolladas por el ICIDCA, una parte apreciable ha sido en el campo de la biotecnología; dirigidas fundamentalmente al desarrollo agrícola, el alimento animal y la producción de combustibles alternativos. En los últimos años se ha trabajado en la transferencia de estas tecnologías y en inversiones para la producción industrial.

Las exigencias de calidad y eficiencia energética de la industria actual, hacen necesaria la incorporación de la automatización al proceso. Pero en las plantas biotecnológicas, donde hay organismos vivos involucrados en la producción, el control de las variables físico-química del medio debe ser estricto para garantizar su viabilidad y desarrollo. Por esta razón, en esta industria la automatización resulta imprescindible a pesar del elevado costo que representa en la inversión.

Atendiendo a las razones anteriores, las plantas biotecnológicas con tecnologías desarrollada por el ICIDCA se conciben de forma integral, incluyendo la automatización requerida para su adecuado funcionamiento (1).

DESARROLLO

Las plantas biotecnológicas cuentan con cinco partes bien diferenciadas:

1. Área de preparación de las materias primas.

2. Área de fermentación y/o propagación.
3. Área de recuperación de productos.
4. Área de tratamiento de residuales.
5. Servicios auxiliares.

1. Preparación de las materias primas.

La función de la automatización en esta área es garantizar la estandarización en la preparación. En el caso de las plantas con fermentación y/o propagación discontinua o batch, generalmente está área se conforma por tanques agitados de preparación en los que se debe medir y controlar el nivel. Existirá algún método para la medición y dosificación de sólidos, en dependencia de la escala de producción. Se puede medir directamente la concentración del nutriente de interés o calcularlo por un método de medición indirecta, como densidad o conductividad. Se trasegará al fermentador las materias preparadas, con algún sistema de dosificación.

En las plantas de fermentación y/o propagación continua, el área de preparación es más compleja; deben existir tanques de preparación y tanques de alimentación al área de fermentación, que demanda continuamente los nutrientes pero de forma controlada. La automatización de los tanques de preparación es similar al caso del sistema discontinuo. Los tanques de alimentación nunca deben quedar vacíos y para ello dispondrán de controles de nivel que garanticen al menos los límites alto y bajo. Los flujos de salida para la alimentación a los fermentadores, serán controlados mediante sistemas con medidores de flujo y válvulas de regulación a la salida de las bombas o con variadores de velocidad para las mismas bombas.

2. Fermentación y/o propagación industrial.

Es donde el microorganismo en contacto con el sustrato produce el producto esperado y generalmente está compuesta por fermentadores o biorreactores de diferentes escalas. Es el área más compleja para la automatización, ya que debe garantizar la viabilidad del microorganismo. Para garantizar el crecimiento microbiano es necesario medir y/o controlar en cada fermentador: la temperatura, el pH, el suministro o ausencia de oxígeno, la agitación, la presión, el control de espuma y el suministro de nutrientes (1, 2).

Temperatura:

La función de la automatización durante la incubación, es mantener la temperatura en los rangos óptimos de desarrollo del microorganismo o en una temperatura que sea económicamente factible, sin que afecte apreciablemente la concentración de microorganismos en la propagación.

El control de temperatura en unión a la medición de la presión interna del fermentador, es fundamental también para garantizar la esterilización del fermentador primero en vacío y después con el medio de cultivo, previo a la inoculación.

pH del medio:

El pH es un parámetro crítico en el crecimiento de los microorganismos, cada tipo de célula tiene un intervalo óptimo en que se desarrolla y un rango de aceptación fuera del cual muere rápidamente; por esta razón tiende a utilizarse como un método de control frente a la contaminación.

Generalmente, en el pH se utiliza un control de dos posiciones (ON/OFF). Mediante este se dosifica las soluciones de control (generalmente son ácidos y álcalis fuertes) en pequeñas cantidades, esperándose un tiempo para apreciar su efecto en el medio. Esas sustancias de control, provocan la muerte de todos los microorganismos en el punto del fermentador donde cae y por esa razón se trata de utilizar solo las cantidades estrictamente necesarias.

La medición de pH tiene otra aplicación, no menos importante. Durante la validación de los biorreactores una medida de contaminación microbiana es la disminución del pH, lo cual es un criterio rápido de que el proceso de esterilización y asepsia no ha cumplido el rol esperado.

Oxígeno disuelto:

En la mayoría de las propagaciones y/o fermentaciones, los microorganismos utilizados son aeróbicos, por lo cual el oxígeno es básico para su crecimiento y la generación de energía (ATP). Debido a que los microorganismos sólo utilizan el oxígeno disuelto en el agua y a la baja solubilidad del mismo, es necesario favorecer su suministro. El suministro de oxígeno al medio se puede realizar mediante la agitación, en el caso de los fermentadores de tanque de mezcla completa o mediante flujo de aire al fermentador “air lift"

Una medida de que existe crecimiento de la flora microbiana en un cultivo es el consumo de oxígeno y su medición en línea se considera una medición indirecta del crecimiento, que se realiza mediante el cálculo del coeficiente volumétrico de transferencia de oxigeno (K_La) (3, 4)

A partir de la medición del oxígeno disuelto, el control automático de su concentración en el medio puede lograrse con la manipulación de la velocidad de agitación o regulando el flujo de aire. También existe una alternativa apropiada para optimizar el oxígeno disuelto en el medio, que se basa en un control en cascada; donde el lazo interno regula el flujo de aire y el lazo externo la velocidad de agitación.

Velocidad de agitación:

La agitación asegura la mezcla correcta de los ingredientes del medio e influye en la disolución de oxígeno. Por su importancia, se estudia la velocidad de agitación más apropiada para cada microorganismo. Si la planta de fermentación está diseñada para trabajar con un único microorganismo y no se utiliza la velocidad de agitación para controlar el oxígeno disuelto, se puede mantener fija la velocidad. Sin embargo, en las plantas donde se obtienen varios productos, es necesario tener la posibilidad de variar este parámetro.

Presión interna:

La medición de presión interna en los fermentadores cerrados cumple la doble función de asistir durante la esterilización “in situ” y durante la fermentación permitir medir la existencia de una ligera sobrepresión interna que ayude a impedir la entrada de microorganismos contaminantes.

Control de nivel de espuma:

La espuma surge por el desprendimiento de CO_2 durante el proceso de propagación y/o fermentación de los microorganismos y provoca un aumento del nivel dentro de los fermentadores, por lo que se utiliza un agente antiespumante para evitar el derrame de los mismos. Sin embargo, el antiespumante debe utilizarse de forma controlada porque su exceso puede provocar que las células se recubran con el mismo, impedir su intercambio con el medio y así su muerte.

Suministro de nutriente:

El suministro de nutrientes se realiza de forma diferente en cada tipo de fermentación. Puede ser por la medición de nivel en los tanques de preparación o por bombas dosificadoras para cada nutriente.

Otras mediciones:

En el caso de los fermentadores batch y semibatch, debe haber medición de nivel en los fermentadores porque es una vía de chequear el comportamiento del proceso de alimentación. En el caso de la fermentación continua esto no es suficiente, se requiere controlar también el nivel, lo que se realiza manipulando el flujo de salida del producto para mantener el sistema en estado estacionario.

3. Recuperación del producto.

Esta área está formada por distintos dispositivos encargados de la separación del producto útil del resto del caldo de fermentación. En dependencia del producto que se obtendrá y como se conciba su separación, se define la automatización más adecuada. En los casos de las tecnologías transferidas por el ICIDCA:

Nitrofix: El producto se obtiene en el fermentador de producción, por lo cual el área de producto terminado cuenta con dos tanques de recepción con la misma capacidad del fermentador y una máquina llenadora de líquido. Los tanques de almacenamiento cuentan con medición de nivel para contabilizar la cantidad de producto disponible y un sistema de control de temperatura (ON-OFF) para mantener el producto en el rango de temperatura ideal para su conservación, hasta ser envasado. La envasadora cuenta con sistema de dosificación de flujo para garantizar el llenado al volumen deseado y un sistema de control lógico secuencial para controlar el paso de los envases por la estera de conducción (5, 6, 7).

Bioenraiz: A partir de los tanques de recepción del caldo fermentado, el caldo es sometido a un proceso de centrifugación para eliminar los microorganismos del caldo y cuenta con un sistema de evaporación de tubos largos y película descendente para obtener la concentración del principio activo, que es lo esperado como producto final. Este después se envasa con una llenadora de líquido. Las centrifugas son automatizadas y los evaporadores poseen para su funcionamiento control de temperatura del jugo a la entrada, control de la concentración a la salida, control de vacío del último vaso, control de la presión de vapor a la entrada del primer evaporador, control de nivel de cada efecto y medición de presión a la salida de las bombas (6, 7).

Gluticid: Este es un producto seco, por lo cual al procesamiento anterior se le agrega una formulación con un soporte sólido y se somete a un proceso de secado con un secador tipo spray. El secador posee un alto nivel de automatización con instrumentación intrínsecamente segura, por el riesgo de explosión (6, 7).
Torula: Es un producto seco que se somete a todas las operaciones anteriores, pero la función de las centrifugas separadoras es en este caso la concentración de la crema y se desecha el claro (8, 9).

4. Tratamiento de residuales.

En dependencia del tratamiento primario de los residuales procedentes de las plantas, se concibe la automática. Se debe garantizar los instrumentos necesarios para lograr la neutralización de los residuales químicos y evitar la presencia de microorganismos antes de su envío hacia el sistema de tratamiento definido en correspondencia con las normas existentes su disposición final. Para los residuales sólidos se utilizan autoclaves o incineradores con control de tiempo y temperatura.

5. Servicios auxiliares.

Son los que garantizan el soporte energético, el aire y el agua. La automatización en los servicios auxiliares es importante para que los mismos lleguen a cada punto de la planta con las condiciones propicias para su uso. En la limpieza y desinfección el nivel de automatización es considerable, para garantizar la asepsia requerida en el proceso. Actualmente la limpieza se realiza con sistemas in situ ("cleaning in place").
En dependencia del nivel de riesgo de los microorganismos y/o del nivel de asepsia a lograr en el producto, será el nivel de acceso al área "limpia" o de fermentaciones. La automatización deberá encargarse del interbloqueo de las puertas y del control de acceso a las áreas restringidas.

CONCLUSIONES

1. Para la industria biotecnológica se necesitan soluciones de automatización a la medida, que se ocupen de la formulación de los medios de cultivo, la esterilización, limpieza, control de la fermentación y la recuperación segura de los productos; garantizando la seguridad y productividad (10).
2. Los sistemas de automatización que se utilicen deben ser flexibles, escalables, híbridos y abiertos; que permitan la adquisición, validación y control de las variables tanto analógicas como digitales y el accionamiento tanto analógico como digital.
3. Con el desarrollo actual, es común el uso de una red industrial con un nivel de campo donde predomine el uso de instrumentos inteligentes que cumplan los requisitos específicos del proceso y un nivel de control que garantice la adquisición de los datos en tiempo real, con algoritmos de control PID autoajustables y accionamientos analógicos y digitales. Estas funciones son realizables con el uso de autómatas programables (PLC) o con sistemas de control distribuidos (DCS) y con sistemas de adquisición de datos y control (SCADA).

REFERENCIAS

1. Prof. José Merchuk "Microbiología industrial" 1889 F Street N.W. Washington, D.C., USA, 2006.
2. Fiechter - Physical and chemical Parameters of Microbial Growth. Advances in Biochemical Engineering Vol. 30, 7-60. Springer-Verlag, 1984.
3. Roi Villar Vázquez; Marine Huber. "Determinación de KLA en un biorreactor air-lift"
4. Universidad Nacional de Quilmes. Bioprocesos. "Determinación del coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno (Kla) por el método de alimentación por Na2SO3".
5. Lorenzo,M. "Tarea Técnica producción de biofertilizante Azospirillum", 2008.
6. Lorenzo, M; Valdivieso, J. "Ingeniería conceptual de Automatización Planta de Bioproductos Dos Ríos", 2012.
7. Proyectos UEB Santiago de Cuba. "Primera modificación proyecto Biofertilizante Dos Ríos", 2015
8. Icidca, Tarea Técnica para producción de levadura Torula", 2008.
9. CHEMTEX, Icidca. "Ingeniería Básica producción de levadura Torula", 2009.
10. http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/29775-La-automatizacion-de-procesos-impulsora de-multiples-sectores-industriales.html Interempresas Media, S.L., 2009 (Acceso disponible).

ALCOHOLES y BEBIDAS

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE ALCOHOL ETILICO FINO DE UNA DESTILERÍA CUBANA

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FINE ETHYL ALCOHOL OF A CUBAN DISTILLING

Autores: Reyes, A*; Lorenzo, M; Borroto, D; Herrera, N; Mato, S.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central, Apartado 4026, La Habana, Cuba.
*E-mail: arlyn.reyes@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

En este trabajo se presenta la caracterización físico-química realizada a diferentes lotes de alcohol etílico fino de una de las Destilerías del Grupo Empresarial Azucarero (AZCUBA), producto final obtenido del proceso de rectificación y que se emplea como materia prima para la producción de bebidas destiladas, en la industria de perfumería y farmacéutica. Se realizaron los ensayos de grado alcohólico, acidez total, tiempo de permanganato y componentes volátiles mayoritarios, según las normas cubanas. Los resultados obtenidos se graficaron y compararon con los requisitos que establece la norma NC 792: 2015.
PALABRAS CLAVE: Alcohol etílico, destilerías, bebidas destiladas.

ABSTRACT

This paper presents the physical-chemical characterization of different lots of fine ethyl alcohol from one of the distilleries of the Sugar Enterprise Group (AZCUBA), the final product obtained from the process of rectification and used as raw material for the production of beverages distilled, in the perfumery and pharmaceutical industry. Tests of alcoholic strength, total acidity, permanganate time and majority volatile components were carried out, according to Cuban standards. The results obtained were plotted and compared with the requirements established by norm NC 792: 2015.
KEY WORDS: ethyl alcohol, distilleries, beverages distilled.

INTRODUCCIÓN

El ron es una de las bebidas destiladas más universal, ya que se produce en varios países y en sus características químicas y sensoriales influyen de forma notable las materias primas que se utilizan en su elaboración, la fermentación alcohólica, el sistema de destilación, añejamiento y formulación (1).

La calidad del ron cubano está estrechamente relacionada con las propiedades del alcohol y el aguardiente que se mezclan para su preparación. Este último es la materia prima que aporta las características fundamentales de composición y sensoriales del ron, ya que se trata de un alcohol no rectificado y puede tener una riqueza alcohólica muy variada.

Según la norma cubana NC 289: 2009 (2), el alcohol fino para bebidas es el alcohol obtenido de mieles o jugo de caña de azúcar o materias primas amiláceas, rectificado de forma tal que no aporte a los productos en

que se emplea otro componente químico que no sea el alcohol etílico. En este caso su calidad, dependerá fundamentalmente del sistema de destilación y rectificación que se utilice.

En la fermentación alcohólica son producidos junto con el etanol, muchos compuestos denominados mayoritarios. Entre éstos, algunos de los más importantes resultan los alcoholes superiores: 1-propanol, isobutanol, 2-metil-1-butanol e isoamílico, separados en las columnas rectificadoras en forma de aceite de fusel (3).

El alcohol etílico fino para ser comercializado en el mercado nacional e internacional debe cumplir los siguientes requisitos físico-químicos, según describe la norma NC 792: 2015 (4).

Contenido alcohólico (mínimo): 95.5 % v/v a 20 °C
Acidez total (máximo): 15 mg de ácido acético/ L de AA
Tiempo de permanganato: > 30 min.
Aldehídos (máximo): 12 mg de acetaldehído/ L de AA
Esteres (máximo): 35 mg de acetato de etilo /L de AA
Alcoholes superiores (máximo): 55 mg de alcoholes superiores / L de AA

En este trabajo se presenta la caracterización físico-química realizada a diferentes lotes de alcohol etílico fino de una de las Destilerías del Grupo Empresarial Azucarero (AZCUBA), producto final obtenido del proceso de rectificación y que se emplea como materia prima para la producción de bebidas destiladas, en la industria de perfumería y farmacéutica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de alcohol fino de diferentes lotes producidos durante el año 2016 se recibieron en el Laboratorio de Alcoholes y Bebidas (LABEB), envasadas y selladas en frascos de 1000 ml. Los métodos de ensayos realizados corresponden a las normas cubanas NC 291:2011 (5), NC 508:2011 (6), NC 706: 2010 (7), y NC 790:2010 (8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede observar los resultados del ensayo de grado alcohólico por densimetría digital. De las muestras analizadas, solamente dos de ellas presentan un contenido alcohólico por debajo de 95.5, valor mínimo, según lo establecido para el alcohol etílico fino en la norma NC 792: 2015 (4).

Fig. 1 Contenido alcohólico

En la figura 2 se observan los resultados del ensayo de acidez total, donde las muestras analizadas presentan valores por debajo de 15 que es el valor máximo, según lo establecido para el alcohol etílico fino en la norma NC 792: 2015 (4).

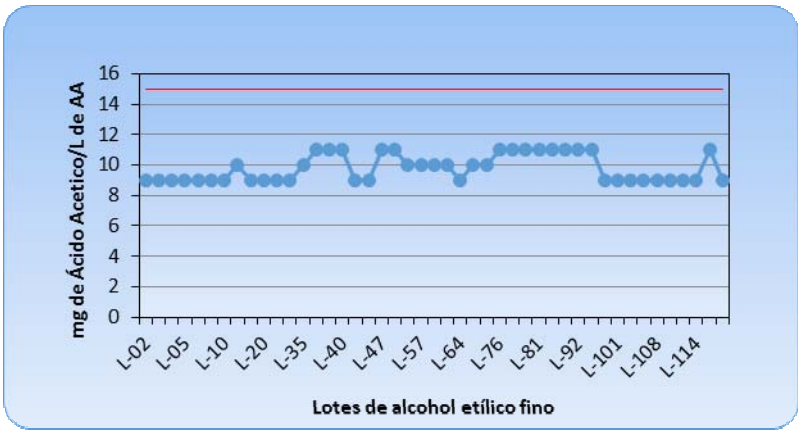


Fig. 2 Acidez total

La figura 3 refleja los resultados del ensayo de tiempo de permanganato realizado a las muestras. Según los requisitos físico-químicos establecidos para el alcohol etílico fino en la norma NC 792:2015 (4), seis de las muestras no cumplen dichos requisitos, ya que presentan valores por debajo de 30 minutos.

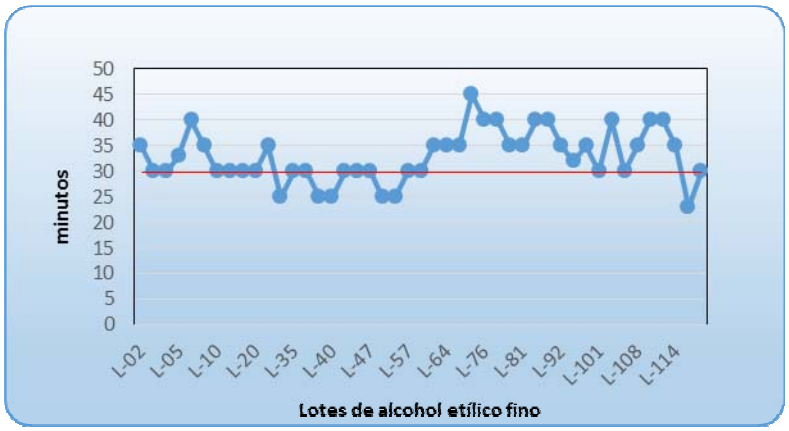


Fig. 3 Tiempo de permanganato

Los alcoholes superiores se producen mayoritariamente a partir de aminoácidos aromáticos y de cadena ramificada a través de vías metabólicas. En la figura 4 se pueden observar los resultados obtenidos de los alcoholes superiores (1-propanol, isobutanol, isoamílico y 2-metil-1-butanol).

Para el alcohol etílico fino, según la norma NC 792:2015 (4), el valor máximo es 55 mg de alcoholes superiores / L de AA, aspecto que no se cumple en gran parte de las muestras analizadas.

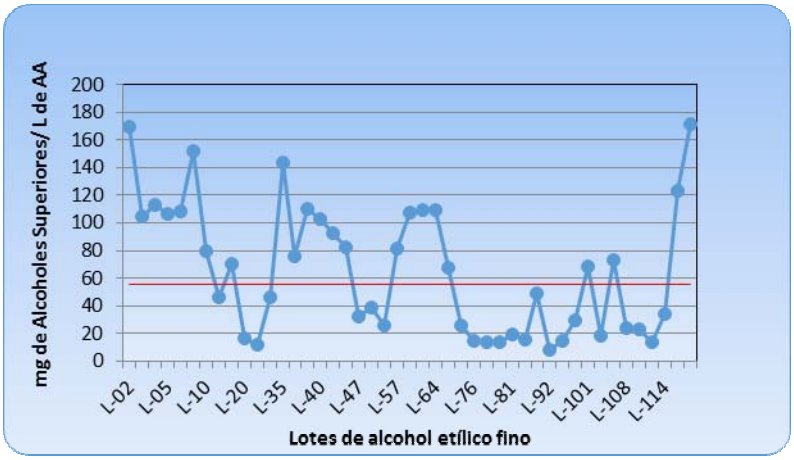


Fig. 4 Alcoholes superiores

CONCLUSIONES

Se caracterizaron los lotes de alcohol etílico fino de una de las Destilerías de AZCUBA, correspondiente a la producción del año 2016. De las muestras analizadas, dos de ellas presentaron el contenido alcohólico por debajo del valor mínimo establecido, seis de las muestras no cumplen el requisito en relación al ensayo de tiempo de permanganato y gran parte de las muestras no cumplen con el requisito de los alcoholes superiores.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que los alcoholes finos analizados son destinados en su gran mayoría para la producción de bebidas destiladas (Ron y Vodka) y que una gran parte de los rones se destinan para la exportación y ventas en fronteras, se sugiere realizar un estudio similar donde se caracterice la materia prima utilizada para la obtención de los alcoholes finos.

REFERENCIAS

1. Pérez J., Delgado R. 2007. Bebidas alcohólicas destiladas y añejadas. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana.
2. NC 289: 2009. Bebidas alcohólicas. Vocabulario. Cuba.
3. Estévez, R. 2014. Manual Tecnológico Industria Alcoholera Cubana. Vol: 7 Fermentación. La Habana, Cuba: ICIDCA.pp.40.
4. NC 792: 2015. Alcohol etílico. Requisitos. Cuba.
5. NC-291. 2003. Determinación de acidez total en bebidas alcohólicas destiladas, vinos, licores, bebidas alcohólicas preparadas y cocteles. Cuba
6. NC-508. 2011.Bebidas alcohólicas-Determinación de componentes volátiles mayoritarios en bebidas alcohólicas destiladas, aguardientes y alcohol etílico por cromatografía gas-líquido. Cuba.
7. NC 706: 2010. Alcohol etílico. Determinación del tiempo de permanganato. Cuba.
8. NC 790: 2010. Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico. Métodos de referencia: 1- grado alcohólico por picnometría y 2- grado alcohólico por densimetría digital. Cuba

MODELOS DE CALIBRACIÓN MULTIVARIADA PARA LA DETERMINACIÓN DE METANOL EN RONES CUBANOS A PARTIR DE ESPECTROSCOPIA UV- VISIBLE

MULTIVARIATE CALIBRATION MODELS FOR METHANOL DETERMINATION ON CUBAN RUMS FROM OF UV SPECTROSCOPY

Autor (es): Zayas, E[1*], Lorenzo, M[2], Fragoso, F[1], Scott, D[3]

[1] Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE). Facultad de Ingeniería Química. Cuba
[2]ICIDCA, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Cuba
[3] Empresa Importadora y Exportadora de la Química (Quimimpex). Cuba
*estrella@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

Se obtuvieron modelos de calibración para la predicción de la concentración de metanol en rones cubanos, a partir de mediciones espectroscópicas en el ultravioleta visible empleando la Quimiometría. Se utilizaron con diferentes tipos de rones (claros y oscuros) y el software cubano Quimiometrix se utilizó para el desarrollo de los modelos de calibración multivariada. Se utilizaron para la calibración: la regresión por componentes principales (PCR), la regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) y las máquinas de soporte vectorial (SVR). El mejor modelo se obtuvo empleando máquinas de soporte vectorial (SVR) con Kernel lineal para Nu_ SVR con un RMSEC de 1, $21*10^{-7}$. Estos modelos resultan de gran importancia en aquellas fábricas de ron donde no exista un cromatógrafo de gases para la determinación de metanol que es un parámetro esencial a controlar en la producción del ron, ya que altas concentraciones no son deseables en el producto.
PALABRAS CLAVE: calibración multivariante, ron, espectroscopia UV-visible, quimiometría

ABSTRACT

Calibration models were obtained for the prediction of methanol concentration in cuban rums from ultraviolet visible spectroscopic measurements using Chemometrics. Different types of rums (light and dark) were used and the cuban software Quimiometrix was utilized for the development of multivariate calibration models. Principal components regression (PCR), partial least squares regression (PLS) and support vector machines (SVR) were used for the calibration process. The best model was obtained using support vector machines (SVR) with linear kernel for Nu_ SVR with a RMSEC of 1, $21 * 10^{-7}$. These models are of great importance in those rum factories where there is not gas chromatograph for the determination of methanol which is an essential parameter to control in rum production, because high concentrations are not desirables on the product.
KEY WORDS: Multivariate calibration, rum, UV-visible spectroscopy, chemometrics

INTRODUCCIÓN

La Quimiometría es fundamental cuando se pretende estimar la concentración de cualquier especie química, como el metanol, de forma indirecta a partir de espectros. Se utilizan métodos de calibración como: la Regresión por Componentes Principales (PCR), la Regresión por Mínimos Cuadrados Principales (PLS), Máquinas de Soporte Vectorial para Regresión. (SVR) y técnicas de minería de datos en general. En las industrias roneras la determinación de metanol es engorrosa e imprecisa pues no se cuenta con cromatógrafo de gases y es por eso que un modelo multivariante elaborado a partir de espectros ultravioleta visible (UV-

Visible) sería de gran utilidad, ya que si existen espectrofotómetros en estos centros y el uso del modelo multivariante da la posibilidad de estimar la concentración de metanol de forma rápida. El objetivo de este trabajo es: Obtener modelos de calibración multivariante para la determinación de metanol en rones cubanos a partir de espectros ultravioleta visible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación de la concentración de metanol en rones se realizó por cromatografía de gases capilar según la norma NC 508:2011(1) en el laboratorio del Centro de Referencia de Alcoholes y Bebidas (CERALBE). La concentración de metanol está expresada en g/100L de alcohol absoluto (AA) y es la variable "Y" en los modelos multivariables.

Se midieron los espectros UV -Visible a 14 muestras de rones cubanos (claros y oscuros). Para leer cada espectro se utilizó como blanco una solución al 50 % etanol- agua, como referencia para obtener las 701 lecturas de absorbancia (variables "X") en cada espectro, ya que se leyó cada 1 nm desde 200 nm hasta 900 nm, en un Espectrómetro UV- VIS ULTROSPEC 2000 con cubetas de vidrio cuarzo de longitud 10 cm. Se realizó una lectura para cada muestra.

La calibración multivariante se realizó con el software Quimiometrix v1.0 desarrollado por científicos del Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada (CENATAV) (2) (3). En los modelos de calibración PCR y PLS (4) se emplearon: el centrado, la validación cruzada dejando una muestra fuera, 0,95% de nivel de confianza y las transformaciones aplicadas fueron: alisamiento por la media y por la fase móvil, corrección multiplicativa de dispersión (MSC).Se comenzó haciendo un modelo con los datos originales para 10 factores, se comprobó el RMSEC, que es una medida del error cuadrático medio de calibración, así como la existencia de puntos atípicos y se trabajó con el propósito de obtener el mejor modelo con el menor número de factores y el menor RMSEC posible que ofrezca buenas predicciones. En los modelos utilizando las máquinas de soporte vectorial (SVR) se emplearon: el kernel lineal, de los dos tipos (Epsilon_SVR y Nu_ SVR) y el kernel RBF en caso de que fuese necesario (5). Se tuvieron en cuenta los mismos parámetros que en los modelos anteriores excepto que no se realizaron transformaciones, ya que con los datos originales se obtuvieron modelos con buen ajuste.

En el análisis de la calidad del ajuste de los diferentes modelos se trabajó con diferentes opciones: gráficas y tabuladas, que facilitan la toma de decisiones de cual modelo ajusta mejor, entre las que se encuentran: Ajuste de las "Y": que da una medida de la predicción realizada y se obtiene el RMSEC, Selección de factores del modelo: ofrece la variabilidad que expresa cada factor extraído durante la regresión, Detección de puntos atípicos: Informa acerca de las muestras que son consideradas atípicas. Para su detección se utilizan los residuos studentizados que se grafican respecto a las muestras y se consideran atípicas aquellas muestras con residuos entre -2,5 y 2,5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de metanol de las 14 muestras estuvieron entre 0,88 y 5,84 g/100L de AA con un promedio de 3,54 g/100L de AA y una desviación estándar de 1,76 g/100L de AA. Como puede apreciarse los valores de metanol en todas las muestras están por debajo del máximo permisible, 10 g/100 L de AA, según la norma cubana (6). Los espectros obtenidos muestran las diferencias que hay entre los rones (claros y oscuros) analizados. Existe mayor absorbancia en los rones oscuros alrededor de la zona desde 200 a 380 nm del espectro, como es de esperar.

Se realizó el ajuste de modelo PCR comenzando con 10 factores con los espectros originales sin realizarle ninguna transformación, obteniéndose un RMSEC de 0, 379. No existen puntos atípicos en este análisis y cuando se disminuyeron factores aumento el RMSEC. Se aplicaron las transformaciones alisamiento por la

media y por la media móvil y la MSC. El modelo PCR de mejor ajuste es el obtenido con la transformación alisamiento por la media, con todas las muestras y 10 factores con un RMSEC de 0,229.
El modelo PLS se obtuvo inicialmente con 10 factores, con los datos originales sin realizarle ninguna transformación, se obtuvo un RMSEC de 0,080 que es pequeño pero existen dos puntos atípicos. Estas muestras no son realmente puntos atípicos, pues cumplen sin ningún problema las especificaciones del producto, al eliminarlas mejoró el ajuste y el mejor modelo PLS es el de 8 factores, sin transformaciones en los datos y solo centrando, con 12 muestras y un RMSEC de 0,0102. Cuando se ajustaron los modelos aplicando las transformaciones no se encontró mejoría en el ajuste
Los resultados aplicando máquinas de soporte vectorial obtenidos con las diferentes alternativas se analizan a continuación: Para el modelo Épsilon_SVR (Tabla I) el mejor modelo es el que tiene el mayor número de vectores de soporte y menor RMSEC. Puede apreciarse como al disminuir Épsilon mejora la calidad del ajuste pues disminuye el RMSEC.

Tabla I: Resultados del modelo de máquina de soporte vectorial con Kernel lineal para Epsilon_SVR

C	***Épsilon***	***Vectores de soporte***	***RMSEC***	***Coeficiente de correlación***
1000	0,5	11	0,2	0,935
500	0,5	11	0,2	0,935
1000	0,1	14	0,009	0,997
500	0,1	14	0,009	0,997

El valor de C influye ligeramente en la disminución del RMSEC, cuando Épsilon es de 0,1. El modelo obtenido tiene el número máximo de vectores de soporte y esto en todos los casos se debe a que el número de muestras es pequeño. No se obtuvieron mejores resultados al ajustar un modelo SVR con kernel RBF.
Para el modelo Nu_SVR el mejor resultado se obtuvo con C = 1000 y Nu= 0,5 dando un RMSEC de **$1.21*10^{-7}$** (Tabla II), el menor obtenido en el trabajo. En la figura 1 se puede observar que todas las muestras están sobre la diagonal, lo que indica una excelente predicción del valor de la concentración de metanol a través del modelo.

Tabla II: Resultados del kernel lineal para Nu_SVR

C	***Nu***	***Vectores de soporte***	***RMSEC***	***Coeficiente de correlación***
1000	0,5	14	$1,21*10^{-7}$	0,9999
500	0,5	14	$1.23*10^{-7}$	0,9999

Para finalizar el análisis de los resultados debe destacarse que en ningún caso los modelos se validaron con muestras nuevas, paso importante en la calibración, debido a que no fue posible obtener más muestras. Para poder utilizar el modelo en una fábrica de ron este tendría que estar validado para el equipo que se posea y por supuesto la construcción del modelo deberá realizarse con un número adecuado de muestras como indica la literatura.
La determinación de metanol por cromatografía de gases es más costosa que utilizando la espectroscopia UV-Visible y el modelo multivariante, pues el costo de un espectrofotómetro UV-Visible es mucho menor. La mayoría de las industrias roneras cuentan con un espectrofotómetro ultravioleta visible en su laboratorio para la realización de los análisis de calidad de sus productos finales y sería posible entonces tener un estimado de la concentración de metanol en las roneras, parámetro muy importante a controlar en la fabricación de ron.

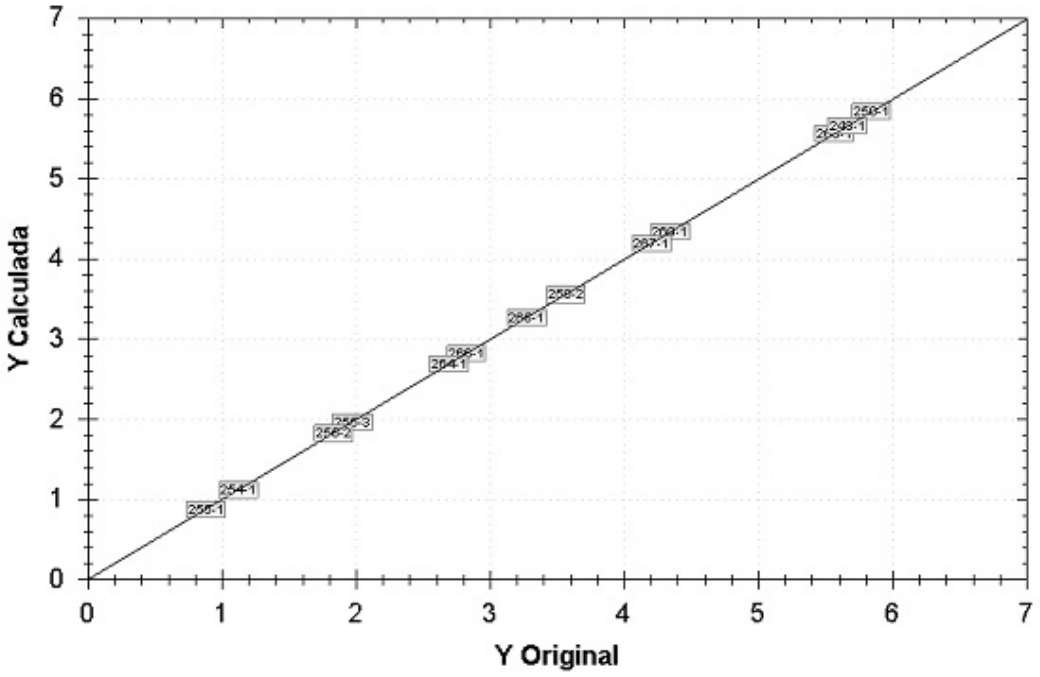


Fig. 1: Gráfico de Ajuste en las **"Y"** para el modelo Nu_SVR

CONCLUSIONES

1. El mejor modelo PCR fue con la transformación alisamiento por la media a los datos, con todas las muestras y 10 factores con un RMSEC de 0,229.
2. El mejor modelo PLS-1 es el de 8 factores, sin transformaciones en los datos y solo centrando, con 12 muestras y un RMSEC de 0,0102.
3. El mejor modelo SVR lineal se obtuvo la variante Nu_SVR, con C = 1000 y Nu= 0,5, dando un RMSEC de 1.21*10-7 y utilizando las 14 muestras sin transformaciones. De todos los modelos este es el de mejor calidad del ajuste.

REFERENCIAS

1) NC-508. Bebidas alcohólicas-Determinación de componentes volátiles mayoritarios en bebidas alcohólicas destiladas, aguardientes y alcohol etílico por cromatografía gas-líquido. Oficina Nacional de Normalización.pp.1-14. 2011

2) Talavera Bustamante, Isneri. et. al. Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada (CENATAV). Quimiometrix. [CD-ROM] Versión 1.0, La Habana, Cuba: 2013.

3) Talavera Bustamante, Isneri. et. al. Quimiometrix II, una plataforma automatizada para el procesamiento multivariante de datos químicos y bioquímicos. Revista Cubana de Química, 2013, Vol XXV, No. 3 Septiembre-diciembre, pp. 257-265.

4) Næs T.et. al. A user-friendly guide to multivariate calibration and classification. Editedby NIR Publications. Chichestre, UK.2002. ISBN 0952866625, 9780952866626.

5) Bustio, Lázaro, "Arquitectura hardware-software para acelerar el entrenamiento de SVM", Tesis de maestría del área de ciencias computacionales en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Tonantzintla, México, marzo 2010.

6) NC-113:2001 Norma Cubana de la Oficina Nacional de Normalización. Cuba, 2001.

COMPARACIÓN INTERLABORATORIO EN LA MODIFICACIÓN DEL MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN ALCOHOLES

INTERLABORATORY COMPARISON IN THE MODIFICATION OF THE SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF HIGHER ALCOHOLS IN ALCOHOLS

Autor (es): Borroto, D[1]*, Lorenzo, M[1], Herrera, N[1], Martínez, A[2], Abelairas, L[2], Rivero, R[3], Esquivel, L[3].

1. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central, Apartado 4026, La Habana, Cuba.
2. UEB Derivados "Melanio Hernández", Tuinucú, Santi Spíritus.
3. Unidad Básica Derivados Destilería Alcoholera ´´Sevilla´´, Amancio Rodríguez, Las Tunas.
* e-mail: dacelis.borroto@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

En la actualidad se confrontan problemas en las destilerías que aplican el método espectrofotométrico sin tener en cuenta el patrón de propanol. Alcohol que se detecta por cromatografía de gases y que generalmente se observa incrementado en estas muestras. En el presente trabajo se modificó el método espectrofotométrico añadiendo un nuevo patrón el propanol y se realizó una comparación interlaboratorio para determinar la efectividad de dicha modificación. De la comparación interlaboratorio se derivó la importancia de la calidad de los reactivos a utilizar, en especial el ácido sulfúrico (H_2SO_4conc) ya que la diferencia en los resultados de la muestra uno, con relación al resto podrían estar asociados a esta causa, aun así se puede decir que las modificaciones propuestas a la NC 535:2007 ofrecen resultados confiables en la determinación de alcoholes superiores en muestras de alcoholes.
PALABRAS CLAVE: Método espectrofotométrico, alcoholes superiores, propanol.

ABSTRACT

The problems are faced in the distilleries that apply the spectrophotometric method without taking into account the propanol standard at present. That alcohol is detected by Gas Chromatography and generally is increased in the samples; it could be for bad balance of nutrients or bad operations in the distillation process. In the present work the spectrophotometric method is modified by adding a new standard propanol and interlaboratory comparison is made to determine the effectiveness of that modification. The importance of the reagent´s quality to come from of the comparison interlaboratory, especially the sulphuric acid (H_2SO_4conc) since the difference in the results of the sample one, with relation to the rest, they might be associated with this reason, even this way, we can say that the modifications proposed the NC 535:2007 offer reliable results in the determination of higher alcohols in samples of alcohols.
KEY WORDS: Spectrophotometric method, higher alcohols, propanol.

INTRODUCCIÓN

La determinación de AS en bebidas alcohólicas es de gran interés para las diferentes destilerías del Grupo Empresarial AZCUBA. Una elevada concentración de estos alcoholes en los mostos puede ser prevista en la producción durante el curso de la fermentación y esto da la necesidad de contar con métodos de análisis precisos y exactos que permitan su identificación y cuantificación.

En la producción de algunas bebidas destiladas, los alcoholes superiores se consideran impurezas y su concentración puede ser lo suficientemente elevada como para rendir un desagradable sabor y olor penetrante. Estas concentraciones usualmente son determinadas en las fábricas por métodos espectrofotométricos que no consideran la concentración del 1-propanol. La adecuación de la técnica y su comparación con los resultados obtenidos por diferentes laboratorios, será de gran utilidad para establecerla como método de rutina.
El presente trabajo tiene como objetivo comparar resultados en tres laboratorios para la determinación de AS en alcoholes mediante una modificación al método espectrofotométrico descrito por la norma NC 535:2007(1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Método espectrofotométrico

La norma NC 535:2007(1) se utilizó en la realización de la curva patrón y el posterior análisis de las muestras que se compararían, pero se propusieron modificaciones en cuanto a los patrones porque se incorporó a la mezcla el 1-propanol y se varió las concentraciones utilizadas de los mismos en la curva patrón ya que la norma NC 535:2007(1) solo tiene en cuenta como AS la suma del 2-metil-1-propanol y 3-metil-1-butanol.

Reactivos y soluciones patrones

Se utilizaron reactivos con purezas superiores a 99% en volumen. El agua para análisis cumplió con la norma NC-ISO/IEC 3696:2004(2).
Las disoluciones patrones se prepararon a partir de 1-propanol (6 g), 2-metil-1- propanol (1 g), 3 metil -1-butanol (3 g) y se siguió el procedimiento de la norma NC 535:2007(1), destacar que como se trabajó con alcoholes las soluciones preparadas para la curva patrón se llevaron al aforo con un alcohol fino siempre cumpliendo con la norma.
Las lecturas se realizaron a una longitud de onda de 540 nm en un espectrofotómetro SPECORD 210 en el laboratorio de LABEB del Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar y un espectrofotómetro GENESIS en los laboratorios de Melanio H. de la UEB Derivados en Tuinucú, Santi Spíritus y Amancio R en la Unidad Básica Derivados Destilería Alcoholera ´´Sevilla´´, Las Tunas.
La concentración de AS se expresó en g/100 L de alcohol absoluto (AA) teniendo en cuenta el grado alcohólico de la muestra a 20°C determinado por densimetría digital según la norma NC 279:2010(3).
Las muestras analizadas fueron tres alcoholes: fino (muestra 1), rectificado (muestra 2) y flema (muestra 3), este último se diluyó 5 en 100 mL de alcohol fino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Método espectrofotométrico

Laboratorio LABEB: Se desarrolló la curva patrón de cinco concentraciones con la mezcla de patrones seleccionados que conforman los AS: 1-propanol, 2-metil-1-propanol y 3-metil-1-butanol (figura1).

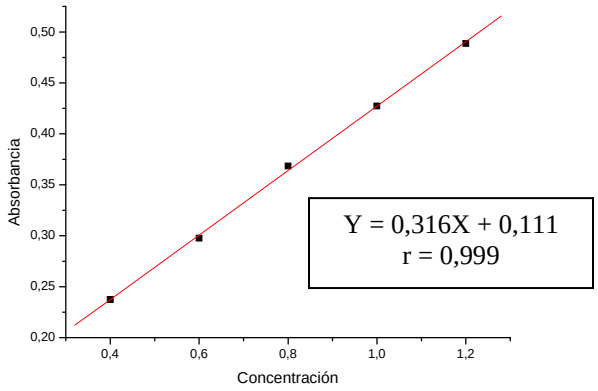


Fig. 1. Curva Patrón en la determinación de AS por método espectrofotométrico

En el análisis del modelo se encontró el comportamiento dentro de los parámetros esperados para este tipo de método espectrofotométrico ya que se obtuvo un coeficiente de 0,999, por lo que es posible plantear que en el intervalo estudiado se pueden proporcionar resultados que son, directamente proporcionales a las concentraciones de los analitos presentes en la muestra (tabla I).

Tabla I. Concentraciones de la curva patrón en la determinación de AS

Puntos	Concentración	Absorbancia
2	4	0,2374
3	6	0,2977
4	8	0,3685
5	10	0,4274
6	12	0,4886

El modelo obtenido es lineal, explica más del 99% de la variabilidad de los datos y los resultados indican una significativa relación lineal entre las absorbancias y los valores de concentraciones. La pendiente tuvo una desviación típica relativa menor al 3% y el término constante no fue significativamente distinto de cero con un 99% de confianza. En los demás laboratorios se procedió de forma similar.

Se analizaron las tres muestras de alcoholes al unísono en los tres laboratorios y los resultados obtenidos se muestran en la tabla II.

Tabla II. Grado alcohólico y concentraciones de AS en las tres muestras analizadas

Laboratorios	LABEB		Amancio R.		Melanio H.	
	Grado alcohólico (%v/v)	Concentración de AS (g/ 100 L AA)	Grado alcohólico (%v/v)	Concentración de AS (g/ 100 L AA)	Grado alcohólico (%v/v)	Concentración de AS (g/ 100 L AA)
Muestra 1	93,6	0,6	93,4	0,7	93,6	3,5
Muestra 2	95,5	8,0	95,2	8,0	95,4	7,0
Muestra 3	92,0	22,0	91,7	24,0	91,9	25,3

La muestra donde se observó la mayor variabilidad explicada por las diferencias entre laboratorios fue la muestra1, el resto de las muestras analizadas presentaron diferencias entre laboratorios consideradas como aceptables.

Es indispensable determinar las posibles causas por las que se presentan estas diferencias entre los laboratorios. Una razón podría deberse al uso de reactivos de diferentes calidades y procedencia, como es el ácido sulfúrico (H_2SO_4conc) empleado (tabla III). Estas afectaciones son más notables cuando en la muestra analizada las concentraciones de AS son muy pequeñas y destaca el resultado.

Tabla III. Ácido sulfúrico empleado en los tres laboratorios

Laboratorios	**LABEB**	**Amancio R.**	**Melanio H.**
Marca	Panreac	Titolchimica	Sharlau
Pureza	96%	96%	95-97%

Otra causa podría asociarse a que en la determinación de la concentración de AS por espectrofotometría se utilizan métodos manuales, en los que hay mayor probabilidad de error humano, particularmente con un volumen considerable de muestra, por ejemplo: volumen que vierten las pipetas, la bureta, temperatura de reacción, entre otros, además se utilizan métodos automatizados para la determinación del grado alcohólico de las muestras, en los que el error puede provenir de los equipos o su calibración.

CONCLUSIONES

Se determinaron espectrofotométricamente alcoholes superiores con un coeficiente de correlación mayor que el 0,99, coeficiente de variación < 5% para un nivel de confianza de 95%.

Las modificaciones propuestas a la NC 535:2007 ofrecen resultados confiables al analizar los resultados obtenidos de alcoholes superiores por los tres laboratorios, con excepción del resultado de la muestra 1 que triplico su valor, con relación a los demás.

La determinación del grado alcohólico mediante densimetría digital constituye una técnica sensible y confiable para la determinación del grado alcohólico en muestras de alcoholes.

REFERENCIAS

1. NC 535:2007. Bebidas Alcohólicas. Determinación de alcoholes superiores- Método espectrofotométrico. ININ/Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
2. NC-ISO/IEC3696:2004. Agua para uso en análisis de laboratorio-Especificación y método de ensayo.Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
3. NC 279:2010. Bebidas Alcohólicas. Determinación del grado alcohólico- Método de referencia: 1- grado alcohólico por picnometría y 2- grado alcohólico por densimetría digital. Oficina Nacional de Normalización. Cuba.

ELIMINACION DE IMPUREZAS EN LA PRODUCCION DE ALCOHOL EXTRAFINO

ELIMINATION OF IMPURITIES IN THE PRODUCTION OF EXTRAFINO ALCOHOL

Autor (es): Garrido, N *

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

*norge.garrido@icidca.edu.cu

RESUMEN

La producción de ron necesita que los alcoholes empleados en su elaboración cumplan con normas de calidad establecida por los productores de ron, las mismas están íntimamente ligadas a la concentración de impurezas (congéneres) en el producto final, por lo que si estas sustancias no son adecuadamente retiradas y reguladas en cantidades aceptables, el producto final se verá seriamente afectado. El objetivo de este trabajo es analizar los aspectos que influyen en la calidad del alcohol y las acciones a tener en cuenta para su regulación en el producto final.

Palabras claves: alcohol, ron, impurezas, calidad.

ABSTRACT

Rum production requires that the alcohol used in its preparation comply with quality standards established by rum producers, they are intimately linked to the concentration of impurities (congeners) in the final product, so if these substances are not Appropriately withdrawn and regulated in acceptable quantities, the final product will be seriously affected. The objective of this work is to analyze the aspects that influence the quality of alcohol and the actions to take into account for its regulation in the final product.

KEY WORDS: alcohol, rum, impurities, quality

INTRODUCCIÓN

La producción de ron ha aumentado en los últimos años de forma progresiva y hoy día prácticamente en aquellos países productores de caña de azúcar. Cuba es reconocida mundialmente por su producción de ron y su calidad está dado por la materia prima empleada (miel final) y otras características como, variedades de la caña, tipos de suelos, régimen de lluvias, fabricación de azúcar, etc. (4-5-6) que le aportan al alcohol y al aguardiente características propias que los distinguen de otros rones.

Para lograr alcohol de calidad para ser utilizados en la producción de ron es de suma importancia la buena operación de la columna rectificadora, que es donde se eliminan las impurezas de alto punto de ebullición, causantes de la contaminación del alcohol fino y extrafino.

Las principales impurezas que se pueden encontrar en las flemas se clasifican en productos de cabeza, o simplemente cabezas, cuando pasan antes que el alcohol, y están constituidas por los productos de bajo punto de ebullición, aldehídos y ésteres, y como productos de cola, o colas, cuando, por ser su punto de ebullición

más elevado que el del alcohol, destilan después de él; componen las colas los alcoholes superiores, los cuales se conocen corrientemente como aceite fúsel, amílicos o simplemente fúsel.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se toma como referencia la teoría de Sorel y Barbet (1-2), que estudiaron el comportamiento de las impurezas en las distintas columnas que se emplean en la producción de alcohol para ser utilizados en las bebidas alcohólicas y a partir de un coeficiente determinado por ellos, que llamaron coeficiente de purificación *K´*, se explica el comportamiento de las impurezas presente en los alcoholes destilados.

Basándonos en estos estudios podemos plantear que, un producto para el cual *K´* permanezca mayor que la unidad, $K' > 1$, se acumulará en los vapores alcohólicos de la destilación y será un producto de cabeza; por el contrario, si *K´* permanece constantemente menor que la unidad, $K' < 1$, se tratará de un producto de cola; por último, si para un producto determinado, *K´*, es unas veces mayor que 1 y otras menor, según la concentración alcohólica, nos encontramos con que este producto forma mezclas azeotrópicas que constituyen las impurezas llamadas híbridas.

Todas estas consideraciones, si bien no nos permiten dar una teoría de orden general, nos capacitan para comprender de una manera clara el funcionamiento de las distintas columnas utilizadas en la rectificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan las curvas características y representativas de los valores de *K´* de las distintas impurezas, se comprende el funcionamiento de las columnas hidroselectora, rectificadora y repasadora y su acción sobre cada una de ellas. Estos grupos a su vez se subdividen en dos grupos atendiendo a que K□ aumente o disminuya con el grado alcohólico.

Las curvas representativas de los valores de *K´* pueden clasificarse en tres grupos distintos, atendiendo a su posición en los gráficos anteriores.

El valor de *K´* siempre se conserva superior a la unidad; curvas *A* y *B*.

El valor de *K´* siempre se conserva menor a la unidad; curvas *C* y *D*.

El valor de *K´* unas veces es superior y otras inferior a la unidad; curvas *E* y *F*.

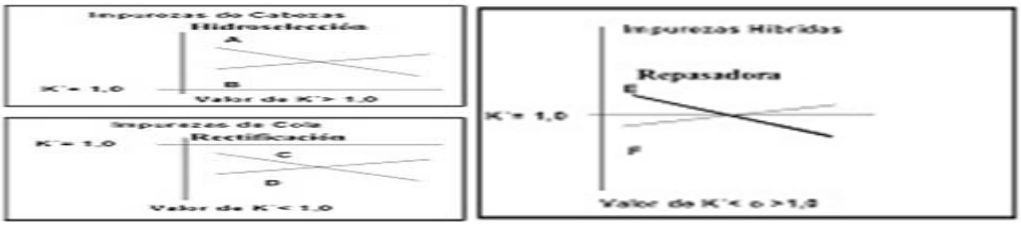


Fig. 1 Representación de los valores de *K´*

Aspectos a tener en cuenta para lograr eliminar la mayor cantidad de impurezas en la producción de alcohol extrafino

- **Eliminación de los productos volátiles (aldehídos y ésteres)**

La regulación adecuada de los condensadores, actuando sobre las temperaturas de los reflujos, permite reducciones sensibles en los niveles de los principales contaminantes (acetaldehído y acetato de etilo), sin que sea necesario una retirada excesiva de alcohol bajo para así obtener la calidad deseada en el producto final (5).

El aspecto cuantitativo, o sea, cual es la temperatura en cada reflujo, para que se produzca el máximo de etanol, dentro de las especificaciones, con el mínimo de extracciones de alcohol de segunda, está dado por observaciones de orden práctico que se han adoptado, constituyendo un criterio la regulación de la temperatura de las corrientes de salidas de los condensadores (reflujo, agua), aunque todavía bastante empírico. Se debe enfriar el alcohol de segunda que es retirado para permitirla eliminación de los incondensables (aire, CO_2, SO_2, etc.) disueltos en el vino.

- **Extracción de Fúsel**

La operación de extracción de fúsel, aparentemente fácil, puede ser considerablemente alterada por algunos factores, o sea: Operación irregular de la retirada provocando el corrimiento de los óleos en los platos de extracción de los alcoholes superiores, variaciones en el flujo y composición de la alimentación de la columna y de la razón de reflujo, variación en el flujo de vapor de alimentación a la columna destiladora e irregularidades en las bandejas que no permiten la salida del líquido, y si la de los vapores.

Muchas veces ocurren formación de grandes cantidades de alcoholes superiores en la fermentación sin que los mismos sean adecuadamente eliminados en la columna rectificadora, lo que además de traer dificultadas operacionales diversas traerá consecuencias como: productos de valor comercial se perderán, pérdidas de alcohol significativas ocurrirán a través de las flemas, corrosión en la rectificadora en la región donde se acumulan estos alcoholes e imposibilidad de producir etanol de calidad debido a la contaminación inevitable del mismo con estos alcoholes.

La eliminación de estos alcoholes superiores de la rectificadora se hace por medio de dos retiradas laterales denominadas óleo bajo, del cual será extraído el fúsel, y óleo alto, constituido principalmente por los alcoholes solubles en agua.

Brau y Murtagh (6), muestran que la bandeja donde ocurre la mayor acumulación de fúsel posee la siguiente composición en peso, Tabla I.

Tabla I. Composición de la bandeja de mayor acumulación de fúsel

Parámetros	***Unidad***	***Composición del fúsel (Bandeja adecuada de extracción)***
Alcoholes superiores	%	12
Etanol	%	47
Agua	%	41

Este punto corresponde a 67 (% v/v), situado en un rango óptimo de 60 – 70 (% v/v), no obstante ningún aparato de destilación posee termómetros en los puntos de extracción de óleos, la temperatura de ese plato de máxima concentración está situado en un rango de 84 - 86 ºC, y podría ser utilizado como una buena guía práctica en la localización de este punto óptimo. La clasificación del óleo fúsel se divide en óleo bajo y óleo alto.

Factores que mejoran la calidad del alcohol extra - fino

La producción de alcohol extra - fino se caracteriza porque las temperaturas de la alimentación a la columna deben mantenerse rigurosamente dentro del rango establecido, así como la regulación de los condensadores, de lo contrario puede ocurrir caída en el grado alcohólico o la contaminación del alcohol con productos de cabeza, principalmente el acetato de etilo, cuyo punto de ebullición es cerca de 1,5 ºC menos que el del alcohol etílico. La alta pureza exigida obliga a una atención constante en la marcha operacional del sistema de destilación entre los rangos establecidos y no permite alcanzar producciones elevadas (cerca del 10 - 15 % por encima de la capacidad nominal de la instalación). Para mantener una calidad óptima en el alcohol extra - fino hay que tener en cuenta distintos factores tanto en el proceso fermentativo como en el de destilación.

CONCLUSIONES

De los análisis realizado se hace evidente que, la producción de alcohol de alta calidad extra fino se puede lograr con una regulación adecuada del flujo de agua y de la temperatura en los condensadores, junto con la regulación de la temperatura en el fondo de la columna rectificadora entre 86-89 °C, lo que contribuirá a facilitar la retirada del aceite fúsel.

REFERENCIAS

1. Villena, D M. Destilación de alcohol. Madrid, 1998.
2. Palacios Llames Hernán “Fabricación del alcohol”. SALVAT EDITORES, S.A., Barcelona- Madrid, España, 1956.
3. Copersucar (1987), Fermentación, Coordinadora de Procesos, División industrial, Centro de Tecnología Copersucar, Brasil.
4. Copersucar (1987), Destilación, Coordinadora de Procesos, División industrial, Centro de Tecnología Copersucar, Brasil.
5. Brau, Kelsall y J.E. Murtagh. (2000), The Alcohol Textbook. Etanol Production by Fermentation and Distillation.

CORRELACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y LA MERMA EN EL PROCESO DE AÑEJAMIENTO DEL RON

CORRELATION BETWEEN ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND REDUCTION IN RUM'S AGING PROCESS

Autor (es): Blanco, I[1]*, Vanella, O R[2]; Bruni, R G[2], Estrada, E.[1], Guadarrama, R.[1]

1CERALBE (Centro de Referencia de Alcoholes y Bebidas) – Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar - Cuba.
2 LIADE (Laboratorio de Investigación Aplicada y Desarrollo) – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Universidad Nacional de Córdoba – Argentina.
* e-mail: idania.blanco@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado con el objeto de estudiar la posible correlación entre las condiciones ambientales (temperatura y humedad) y la merma en el proceso de añejamiento del ron en una solera del Centro de Referencia de Alcoholes y Bebidas (CERALBE) perteneciente al Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA. Ambas variables físicas fueron medidas en forma ininterrumpida durante catorce meses; así como las pérdidas de volumen de producto, en una muestra de barriles estibados en raquets que poseen una distribución vertical de cinco niveles. Luego se procesaron estadísticamente los datos obtenidos. Como resultado del análisis se distinguió la existencia de tres poblaciones diferenciadas de producto, cada una de ellas en correspondencia con la altura de almacenamiento de los toneles que la integran. A la vez, se observó una correlación de las pérdidas con las variables ambientales consideradas.
PALABRAS CLAVE: Ron, merma, añejamiento, ambiente

ABSTRACT

The present work was carried out to study the possible correlation between environmental conditions (temperature and humidity) and the reduction in the rum aging process in solera of the Reference Centre for Alcohols and Beverages (CERALBE) belonging to the Cuban Institute of Research of the Derivatives of Sugar Cane (ICIDCA). Both physical variables were measured uninterrupted for fourteen months, as well as the losses of product volume, in a sample of barrels stowed in raquets that have a vertical distribution of five levels. The results were statistically processed as a result of the analysis of the existence of three distinct populations of product, each corresponding to the storage height of the barrels that make up the product. At the same time, a correlation of the losses with the environmental variables considered.
KEY WORDS: rum, reduction, aging, environmental

INTRODUCCIÓN

El ron cubano adquiere la supremacía que hoy disfruta a partir de la segunda mitad del siglo XIX con la fundación en Santiago de Cuba de destilerías que con el tiempo harían de esta ciudad, la cuna del mejor ron del mundo. De esa herencia nace el ron “Vigía”, con un sabor genuino de ron cubano, elaborado con mieles de caña de azúcar y añejado en roble blanco seleccionado.
Sus cualidades son garantizadas por la alta calificación y experiencia de sus maestros roneros y, además, por un estricto sistema de calidad que incluye rigurosos controles de las materias primas y otros materiales

empleados en su elaboración; del producto final visual y de estabilidad de sabor, bouquet y aroma; y de análisis de laboratorio realizados sobre todos los lotes de producción.

Durante el proceso de añejamiento del ron se producen pérdidas de producto[1], popularmente conocidas como "la porción del Ángel"[2, 3]. El añejamiento del ron no cambia ni transforma la bebida, sino que desarrolla y sublima sus cualidades latentes[4]. Es por ello que, en el contexto de excelencia mencionado, surge el interés por estudiar la merma en el volumen de ron durante su añejamiento en relación a las condiciones ambientales (temperatura y humedad) existentes en la solera.

A continuación se expone el desarrollo de la investigación realizada en una solera a escala piloto del Centro de Referencia de Alcoholes y Bebidas (CERALBE), junto a los resultados y conclusiones obtenidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instaló un dispositivo de medición de temperatura y humedad relativa ambiente marca HOBO, modelo H08-003-02 con registrador de datos en una solera del CERALBE. Ambas variables físicas fueron medidas en forma ininterrumpida durante catorce meses. Los toneles se hallan almacenados en 5 raquets que poseen una distribución vertical de 5 niveles cada uno tal como se muestra en la Fig. 1. El dispositivo de medición fue instalado sobre las duelas de uno de los barriles del nivel más elevado del raquet, en las cercanías del tapón utilizado para el llenado/vaciado de la barrica y del techo de la solera (Fig. 2).

Fig. 1. Distribución de toneles en raquets.

Fig. 2. Ubicación del dispositivo de medición

Los toneles contienen 5 productos con diferentes concentraciones de alcohol y se encuentran distribuidos aleatoriamente en la solera. Simultáneamente con la medición de las variables ambientales se registraron las pérdidas de producto en toneles seleccionados de los niveles superior, medio e inferior de la solera. En la Fig. 3 se expone la muestra seleccionada. Los barriles 19, 21 y 159 fueron excluidos del estudio ya que el registro de los datos relativos a su contenido fue interrumpido por razones de producción.

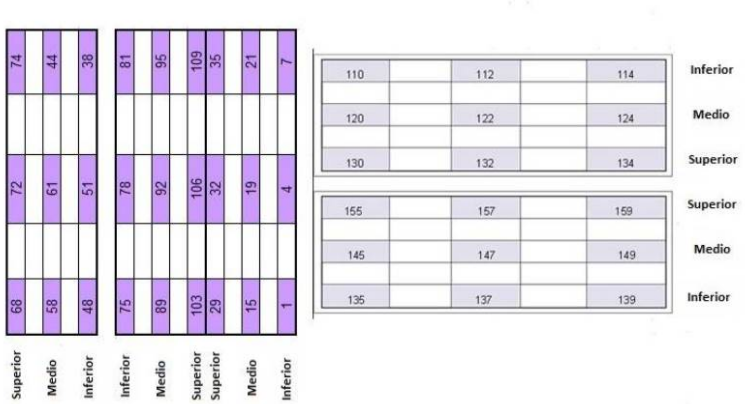


Fig. 3. Muestras seleccionadas para el estudio dentro de la solera.

Los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante la utilización del software Microsoft Office Excell 2007 y MathLab R2013a[5].
Luego del análisis estadístico se realizó el siguiente planteo de hipótesis:
H0: Las pérdidas totales producidas en cada tonel son iguales a la media obtenida.
H1: Las pérdidas totales producidas en cada tonel no son iguales a la media obtenida.
Para demostrar la validez de H0 se realizó un experimento con las siguientes características:

- Se decidió subdividir la muestra en 3 subgrupos cada uno de ellos conformado por los barriles ubicados en los niveles superior, medio e inferior respectivamente.
- Se estableció como aceptable una probabilidad de error al rechazar H0, cuando esta es cierta de $\alpha = 0,01$
- Se aplicó el método ANOVA (Análisis de la Varianza) para determinar si todos los toneles pueden ser considerados como pertenecientes a una misma población o a poblaciones diferentes y así sostener o rechazar H0. Posteriormente se aplicó el mismo método para determinar si cada uno de los 5 productos almacenados podía ser considerado como un conjunto independiente dentro de los subgrupos Superior, Medio e Inferior. Finalmente se realizó un análisis de correlación entre las pérdidas de volumen de producto y las variables físicas medidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan las mermas totales por tonel, ocurridas durante el período de estudio (Fig. 4).

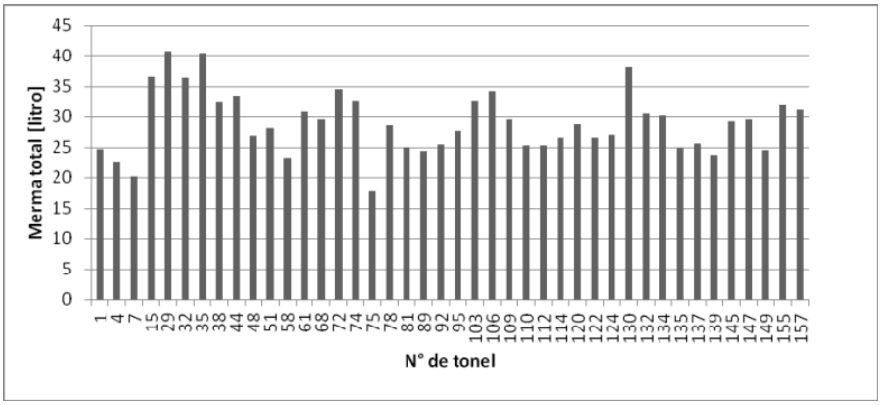


Fig. 4. Mermas totales por tonel.

Al realizar el estudio estadístico de estos resultados se determinó que la media de las pérdidas por tonel existente en la solera había sido de 29,05 litros por barril.
Los resultados del experimento realizado para determinar si se podían identificar diferentes poblaciones de toneles asociadas a la ubicación vertical de los barriles fueron positivos. Así de la aplicación del método ANOVA, Tabla I, se infiere que existen 3conjuntos de barriles, los ubicados en las cercanías del techo de la solera, los que se hallan en el nivel medio y los localizados sobre el piso. Los grupos de barricas reconocidos fueron denominados Superior, Medio e Inferior respectivamente.

Tabla I. Resultados de la aplicación del ANOVA a los datos de pérdidas de producto por barril.

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	538,6266	2	269,3133	**19,8537**	1,13097E-06	**5,1944**
Dentro de los grupos	529,0303	39	13,5649			
Total	1067,6569	41				

También, al aplicar el método ANOVA a cada uno de los subgrupos identificados, no se advierte que la composición (fórmula) establezca diferencias significativas entre las mermas de volumen correspondientes a los 5 productos almacenados en la solera.

Los resultados de los análisis de correlación entre las pérdidas de volumen de producto en cada subgrupo y las variables físicas medidas se muestran en la tabla II. Dado que los coeficientes de correlación son positivos y distintos de cero, se puede afirmar que existe correlación lineal positiva entre las pérdidas de producto y la temperatura existente en la solera. También es posible afirmar que existe una correlación lineal negativa de las mermas con la humedad relativa del ambiente de la solera. Ambos resultados confirman lo que intuitivamente se esperaba encontrar al realizar este estudio, sobre todo si se considera que la componente principal de las mermas se debe al efecto de evaporación en las barricas[1].

No obstante, en ambos casos, podría decirse que la correlación resulta débil dado que el valor absoluto de dicho coeficiente es menor que 0,5; hecho que se corrobora al analizar los coeficientes de determinación ya que, por ejemplo, el más elevado corresponde a la relación merma/temperatura de la muestra de barriles ubicados en la parte superior de la solera y es de 0,164, lo que significa que sólo el 16,4 % de las pérdidas puede explicarse por la acción de la temperatura ambiente.

Al comparar los coeficientes de correlación de los conjuntos de barriles superior, medio e inferior se observa que, tanto para la temperatura como para la humedad, estos decrecen en valor absoluto a medida que disminuye la altura lo que presupone la existencia de gradientes en la distribución de los valores alcanzados por ambas variables físicas dentro de la solera. Debido a que los coeficientes de determinación se comportan de igual manera, es factible conjeturar que los espacios inferiores de la solera proveen un ambiente en el que las mermas pueden ser mejor controladas ya éstas son más independientes de las citadas variables.

Tabla II. Análisis de correlación entre las pérdidas de volumen en cada subgrupo

	Superior		*Medio*		*Inferior*	
	Temperatura	*Humedad*	*Temp.*	*Humedad*	*Temp.*	*Humedad*
Coef. de correlación	0,404	-0,207	0,3560	-0,173	0,309	-0,109
Coef. de determinación	0,164	0,043	0,130	0,030	0,095	0,012

CONCLUSIONES

1. De la aplicación del método ANOVA se infiere que existen 3 conjuntos de barriles, los ubicados en las cercanías del techo de la solera, los que se hallan en el nivel medio y los localizados sobre el piso.
2. Del análisis de la correlación entre las pérdidas de volumen en cada subgrupo, se infiere que las mermas en los toneles no están relacionadas a la fórmula del producto que contienen.
3. Se debe realizar una caracterización de la distribución espacial de las variables ambientales dentro de la solera para poder iniciar acciones de control sobre las mermas del volumen de producto almacenado en la misma.

REFERENCIAS

[1] Diez, Oscar A., Salazar, Romina A., & Cárdenas, Gerónimo J. Experiencia de producción piloto de ron en Tucumán, R. Argentina. Revista industrial y agrícola de Tucumán, 2013, 90(1), 25-36.
[2] Marcano, J. E. El Ron: envejecimiento u añejamiento. El ron tradición en las Antillas. [http://www.jmarcano.com/mipais/economia/ron4.html]. 2009-2014. Consultado el 07 de marzo de 2016
[3] A. Hall, D.W. Lamb, B. Holzapfel, J. Louis. 2002. Optical remote sensing applications in viticulture a review. Australian Journal of Grape and Wine Research, Vol. (8), 36-47.
[4] González Flórez, M. D. y M. A. Vázquez García. Conferencia: aspectos relevantes que influyen en la calidad de los rones. En: Memoria del Congreso internacional sobre azúcar y derivados de la caña, 5, La Habana, Cuba, 1998, pp. 10-25.
[5] MATLAB & Simulink Student Version - Release 2013a. http://www.mathworks.com/support/sysreq/sv-r2013a/?requestedDomain=www.mathworks.com. Consultado el 8 de marzo de 2016.

EL ETANOL: PRESENCIA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

ETHANOL: PRESENCE IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

Autor: Cordovés Herrera, Marianela.*

Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
*marianela.cordoves@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La producción y usos de los biocombustibles, entre ellos el etanol, sigue constituyendo un tema de prioritaria importancia a nivel mundial. Países de la región de América Latina y el Caribe se encuentran entre los productores de bioetanol destinado a su uso como combustible automotor, y en los que a la vez se promueven políticas y legislaciones orientadas a su desarrollo y extensión. En el trabajo se presenta la situación de la producción, las materias primas empleadas, el consumo y el mercado del bioetanol en países seleccionados de la región y su posición dentro del contexto mundial. Se concluye que la región se encuentra dentro de los mayores productores de bioetanol a nivel mundial verificándose que se consume mayormente en el mercado interno.
PALABRAS CLAVE: etanol, América Latina y el Caribe, producción, consumo

ABSTRACT

The production and uses of biofuels, including ethanol, remains a priority issue at the global level. Countries in the Latin America and the Caribbean region are among the producers of bioethanol destined to be used as automotive fuel, while promoting policies and legislation aimed at its development and extension. The paper presents the production situation, the raw materials used, the consumption and the bioethanol market in selected countries of the region and their position within the global context. It is concluded that the region is among the largest producers of bioethanol worldwide and verified that it is consumed mostly in the domestic market.
KEY WORDS: ethanol, Latin America and the Caribbean, production, consumption

INTRODUCCIÓN

La producción de etanol se ha destinado en mayor grado desde las últimas décadas del pasado siglo, a su uso como combustible automotor, figurando entre los combustibles líquidos obtenidos a partir de biomasa que mayor utilización han alcanzado a nivel mundial. El etanol anhidro se consume en las mezclas con gasolina en automóviles que no necesitan mayores adaptaciones del motor, y el etanol hidratado se emplea en autos especialmente diseñados, así como en los llamados flexifuel. Su uso como combustible involucra a muchos países afectados por la contaminación atmosférica y la necesidad de disminuirla.

Se ha establecido que con el uso como biocombustible del etanol a partir de biomasa, son mayores los beneficios ambientales que se logran en comparación con los combustibles fósiles, ya que las emisiones de gases de escape y los vapores de combustible son menos tóxicas, así como que el dióxido de carbono (CO_2) proveniente del proceso productivo y del uso del producto, es absorbido por la caña de azúcar durante el proceso de fotosíntesis. Productores y consumidores de bioproductos en mercados desarrollados y en desarrollo buscan pasar de los materiales de primera generación, derivados de cultivos alimenticios, a materias primas de segunda generación. El desarrollo sostenido de biocombustibles avanzados, tales como el etanol celulósico se ha visto propiciado por dificultades legislativas, de sostenibilidad y de viabilidad de la

cadena de suministro, como se ve en los casos del debate "combustibles o alimentos" o de los cambios indirectos en los usos del suelo (ILUC). A su vez, los bajos precios de la energía han reducido drásticamente el incentivo económico para que las compañías abandonen los productos fósiles en lugares donde la legislación no exige el uso de renovables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de presentar el desarrollo y el consumo de la producción del etanol combustible a nivel regional y mundial, así como algunas regulaciones existentes en países seleccionados orientadas a promover y extender su uso, se consultaron fuentes internacionales especializadas en los aspectos que se tratan en el presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de etanol en la región utiliza como materias primas, fundamentalmente, las provenientes del procesamiento industrial de la caña de azúcar (melazas y jugo), aunque también se utiliza maíz en Argentina, Paraguay, Brasil (Matto Grosso), Colombia, e inclusive la yuca en este último país. Aunque la mayor parte de las melazas de caña se consumen en los propios países productores, cerca del 7% de la producción mundial se exporta a los mercados internacionales, augurándose que para el 2017 habrá un crecimiento que probablemente será absorbido entre los productores de etanol ante el aumento previsto, a su vez, de la demanda de éste (1). Brasil también posee plantas que utilizan materia prima de 2º generación (bagazo), realizándose paralelamente investigaciones sobre esta temática (2).

Brasil, actualmente el segundo productor de etanol a nivel mundial, ocupó el primer lugar hasta el 2006 año en el que los EEUU lo sobrepasaron. En América Latina y el Caribe se encuentran situadas más de 500 plantas (la mayoría ubicadas en Brasil) de producción de etanol, con una capacidad instalada de alrededor de 30 mil MM de litros.

En la siguiente figura se presenta la producción mundial de etanol (total y combustible) desde el año 2010 hasta su estimado 2016 y 2017 (3), representando los Estados Unidos y Brasil más del 85% (4) de la producción mundial, mientras que la producción en América Latina y el Caribe, sin Brasil, se calcula en alrededor del 4 %.
Se prevé un modesto aumento de la producción mundial de bioetanol desde 99.520 mil MM en el 2016 hasta un record de 100.000 mil MM de litros para el 2017 (3).

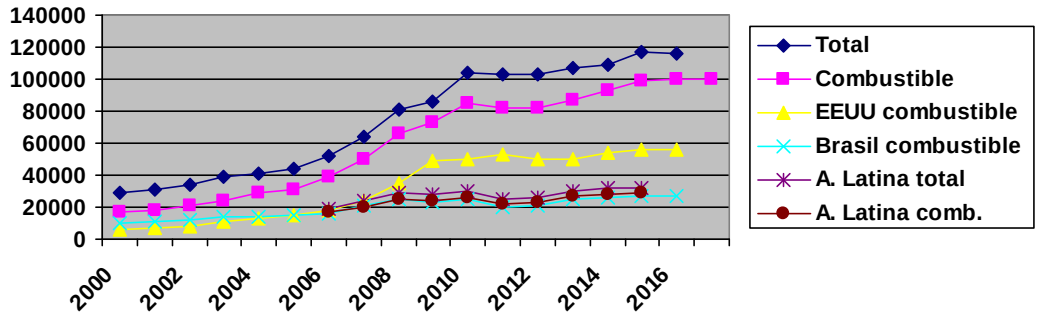


Fig. 1 Producción mundial de etanol (MM de L)

En Latinoamérica y el Caribe, después de Brasil que ocupa el primer lugar como productor en la región, le siguen Argentina, Colombia y Guatemala, en ese orden. Sin embargo, en cuanto al etanol combustible los

mayores productores son: Brasil, Argentina, Colombia y Paraguay reportándose que este último solo produce etanol combustible (5).

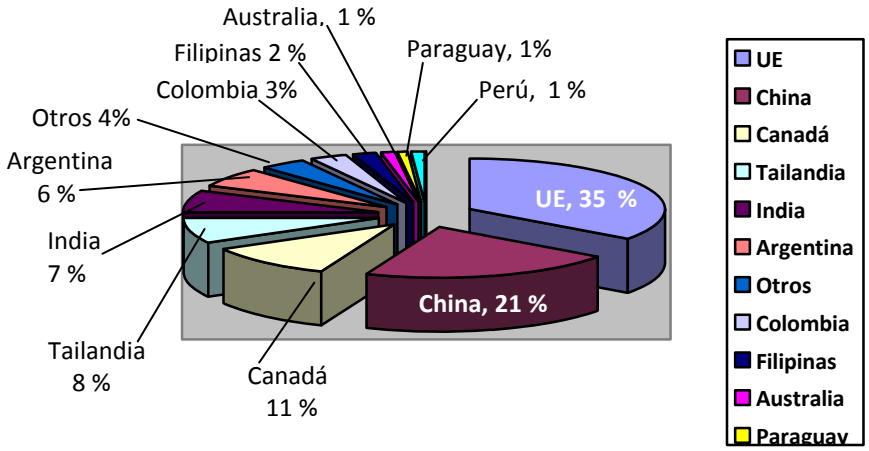


Fig. 2 Producción de etanol en % (sin EEU y Brasil) (6)

Para la introducción del etanol como combustible los países que así lo determinen deben tener aprobado un Marco Legal regulatorio que establezca las características, propiedades, % de mezcla, y demás aspectos a tomar en cuenta para la introducción del uso de este biocombustible.
En el consumo global también se prevé un pequeño crecimiento en 2017 que avanzaría desde los 98.650 mil MM de litros en el 2016 hasta el nuevo record de 98.850 mil MM de litros (3).

En el área, su consumo como combustible o en proceso de introducirse en mezclas con la gasolina, está presente en alrededor de 13 países. El % de mezcla oscila entre 5 y 10%, destacándose Brasil con el 27% a partir de marzo del 2015 y Paraguay, que mezcla el etanol en un % entre 18 y 24 en dependencia de la calidad de la gasolina. Otros países como Colombia (E-10), Costa Rica (E-5 y E-8), Perú (E-7,8), Argentina (E-12), Bolivia (E-7,8), Uruguay (E-5) lo utilizan en parte de su territorio (7). En México, la norma, de agosto del 2016, exige la mezcla de un 5,8% de etanol en la oferta de carburantes del país, a excepción de las tres principales áreas metropolitanas de Ciudad México, Guadalajara y Monterrey (3). En Guatemala que lo exporta, y donde ya funcionan cinco destilerías que producen 65 MM de galones (220 MM de litros) de etanol al año, existe un proyecto que utilizará y probará mezclas del 5% al 10% de etanol en las gasolinas y se reporta que para poder introducir el etanol en el mercado, los expendedores deberán limpiar los tanques y verificar que no existan fugas, además de usar un filtro (8).

La región de América Central y el Caribe fue hasta el 2011, un importante componente en el comercio mundial de etanol, participando en el 25% de las exportaciones globales, con el mayor volumen proveniente de deshidratar etanol hidratado importado de Brasil, el que era reexportado a los EEUU con exención de impuestos bajo la Iniciativa de la Cuenca del Caribe (CBI).

La capacidad de deshidratación alcanzó hasta 600 MM de litros en Jamaica, 350 MM de litros en El Salvador, y hasta 200 MM de litros en Costa Rica. Trinidad y Tobago, con su planta TBTL de 190 MM de litros, llegó a ser el otro centro de deshidratación importante de la región. Se reporta que Nicaragua tiene también alguna capacidad de deshidratación de alrededor de 50 MM de litros (9).

Desde el año 2010, los productores de maíz en los EEUU y el limitado crecimiento en el mercado doméstico de etanol llevaron a que los EEUU se convirtieran en un exportador neto de etanol y en el primer proveedor mundial. En Brasil, al mismo tiempo, por las reducciones significativas en la producción de etanol y lo

contrario en los patrones tradicionales de comercio, comenzaron a entrar desde los EEUU volúmenes de etanol para satisfacer la demanda doméstica. La producción de etanol brasileño se recuperó en el 2012, lo que redujo la necesidad de las importaciones de los EEUU, mientras que exportó volúmenes significativos a los EEUU debido principalmente a los crecientes objetivos del estándar de combustible renovable (RFS), regulación que establece la utilización de biocombustibles (avanzados, en el caso del etanol de bagazo de Brasil) en el país. Adicionalmente al RFS, el estándar de combustible de bajo carbono (LCFS) de California, crea un incentivo a la importación de etanol de Brasil por su menor intensidad de carbono, evidenciado en las importaciones de etanol de Brasil a la costa oeste de los EEUU.

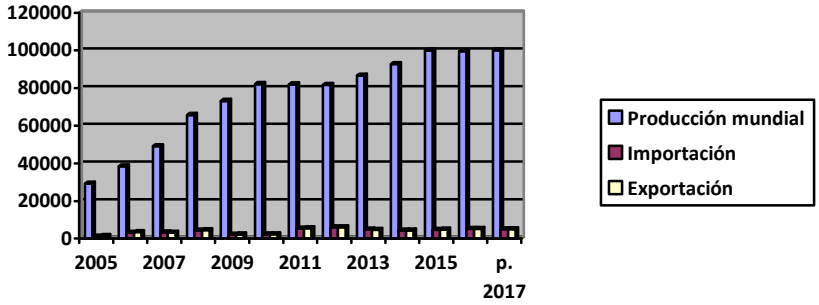


Fig. 3 Etanol combustible. Producción mundial vs comercio mundial (3,5)

El comercio internacional del etanol combustible ha totalizado como promedio el 6 % de su producción mundial. Se reporta que los EUU se mantendrán como los principales exportadores de etanol a nivel mundial en el 2017 (3), siendo actualmente los de menores costos de producción (10), y Canadá como el principal importador aunque en este país se producirá un estancamiento en el próximo (3). De América Latina y el Caribe participan en el comercio mundial, Brasil, Argentina y Guatemala, estos dos últimos en menos escala.

CONCLUSIONES

La producción y consumo de bioetanol está presente en los países de América Latina y el Caribe. Partiendo de Brasil, el segundo productor mundial, alrededor de 13 de los restantes países del área lo utilizan en mezclas con la gasolina, o se encuentran en diferentes etapas para la adopción de Programas que respalden la implementación de su uso como alternativa para el transporte automotor, en sustitución de los combustibles fósiles como vía para disminuir la contaminación ambiental atmosférica. Se emplean materias primas tradicionales para su producción, aunque se realizan investigaciones para el uso de las llamadas materias primas de segunda generación. Se consume mayormente en el mercado interno.

REFERENCIAS

1.- OIA, Comercio mundial de melazas y de pulpa de remolacha, mayo 2016, MECAS (16)06.
2. - Phillips Leticia, Cellulosic Ethanol Brazil´s Next Chapter, Ethanol Producer Magazine, April 2016, 16.
3.- OIA, Perspectiva Trimestral de Mercado, noviembre 2016, MECAS (16)20, pág. ii.
4. - REN21: Global ethanol production up, Ethanol Producer Magazine, August 2016, pág. 25.
5. - ISO, Ethanol Year Book 2016. ISBN 978-0-902269-04-0.
6. - Jolly L., Other Commodities and Issues. Presentation OIA, MECAS 48, 1º diciembre 2016, Londres.
7. - Cordovés Herrera, M., Etanol combustible. Situación mundial y regulaciones ambientales. 2016, Evento10º Congreso ATALAC, XXXVIII Convención ATAM, 70 Aniversario.
8.- Bolaños, Rosa María, Plan reduce emisión y alcanza eficiencia, Prensa Libre, 24 set 2015, consultado 12 enero 2017, (http://www.prensalibre.com/Economia/plan-reduce-emision-y-alcanza-eficiencia).
9. - ISO, World Fuel Ethanol Outlook to 2020, Central America and Caribbean, MECAS (12)19, 22-23.

10. - Ryan Strickland, Globalization of Ethanol Industry, Ethanol Producer Magazine, August 2016, 52.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

ADVANCES ON THE PRODUCTION OF SECOND GENERATION ETHANOL: FROM BIOMASS TREATMENT TO YEAST SELECTION

AVANCES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN: DEL TRATAMIENTO DE LA BIOMASA A LA SELECCIÓN DE LEVADURAS

De Morais Jr, Marcos Antônio[1]; Alencar, Bárbara Ribeiro Alves[1,2]; Reis, Alexandre Libanio Silva[1,3]; De Souza, Raquel de Fatima Rodrigues[1,3]; Damilano, Emmanuel Dutra[2]; Menezes, Rômulo Simões Cezar[2]

[1]Interdepartmental Research Group in Metabolic Engineering, Department of Genetics, Federal University of Pernambuco. Recife, PE, Brazil. marcos.moraisjr@ufpe.br
[2]Research Group on Biomass Energy, Department of Nuclear Energy, Federal University of Pernambuco. Recife, PE, Brazil.
[3]Laboratory of Bioprocessing, Center of Strategic Technologies of Northeastern. Recife, PE, Brazil.

ABSTRACT

This study aims to present the current achievements of the bioethanol research network of the state of Pernambuco, Brazil, on the production of ethanol from lignocellulosic biomass of different sources. First, this work presents the recycling of alkaline peroxide solution for biomass delignification with significant reduction in consumption of water, H_2O_2 and NaOH. The resulting cellulosic fraction was highly hydrolysable by commercial cellulases. Since these preparations lack beta-glucosidase, the most expensive component of the cellulolytic complex, we selected *Dekkera bruxellensis* strain GDB 248 isolated from ethanol fermentation plants to ferment cellobiose. At last, *Spathaspora passalidarum* strain UFMG-HMD-14.1 isolated from Amazon forest was selected to ferment xylose from the hemicellulose. In conclusion, the combination of recycled pre-treatment and a consortium of yeasts with different metabolic capacities (*S. cerevisiae, D. bruxellensis* and *Sp. passalidarum*) capacities may represent a breakthrough for the consolidation an economically feasible production of ethanol from lignocellulosic biomass.

KEY WORDS: cellobiose, fermentation, lignocellulose, xylose

RESUMEN

Este estudio pretende presentar los logros actuales de la red de investigación del bioetanol del estado de Pernambuco, Brasil, sobre la producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica de diferentes fuentes. En primer lugar, este trabajo presenta el reciclado de la solución de peróxido alcalino para la deslignificación de la biomasa con reducción significativa en el consumo de agua, H_2O_2 y NaOH. La fracción celulósica resultante era altamente hidrolizable por celulasas comerciales. Dado que estas preparaciones carecen de beta-glucosidasa, el componente más caro del complejo celulolítico, seleccionamos *Dekkera bruxellensis* cepa GDB 248 aislada de las plantas de fermentación de etanol para fermentar la celobiosa. Por último, se seleccionó la cepa de *Spathaspora passalidarum* UFMG-HMD-14.1 aislada de la selva amazónica para fermentar xilosa a partir de la hemicelulosa. En conclusión, la combinación de pretratamiento reciclado y un consorcio de levaduras con diferentes capacidades metabólicas (*S. cerevisiae, D. bruxellensis* y *Sp. passalidarum*) puede representar un avance para la consolidación de una producción económicamente viable de etanol a partir de biomasa lignocelulósica.

PALABRAS CLAVE: Celobiosa, fermentación, lignocelulosa, xilosa

INTRODUCTION

The conversion of lignocellulosic biomass into biofuels is still presenting constraints that turn this process economically unfeasible so far. Technological challenges can be found at each step of the process. First, lignocellulosic biomass requires a pre-treatment aims to solubilize hemicellulose, remove lignin, reduce cellulose crystallinity and increase biomass porosity [1]. Steam explosion or thermos-acid treatments are the approaches of choice, although problems with inhibitor formation, low efficiency and operational managements still in the horizon. The proposal of alkaline hydrogen peroxide has been increasing to pre-treat different types of lignocellulosic biomass and its cost seems, in principal, less prohibitive than other approaches. The possible recycling of the alkaline solution may represent not only economical gains but represent ecological advantages as well. In this study we show for the first time the possible recycle of the alkaline solution with the pre-treatment of corn stover. This substrate was first chosen due its high recalcitrant structure and the results may guide its application in softer biomasses like bagasse from sugarcane or sweet sorghum [2].

Second, cellulose resulting from pre-treatment has to be hydrolysed by cellulolytic cocktail mostly available from commercial preparations. This step remains inefficient because of the low kinetic activity of the cocktail enzymes. Because the enzyme preparations usually present low cellobiase (β-glucosidase, EC 3.2.1.21) activity, supplementation is often necessary [3]. This enzyme is of difficult production, subjected to strong inhibition by glucose in the medium and represents a relevant part of the economic cost of hydrolysis [3]. If not added, a fraction of sugar remains unfermented by S. cerevisiae in the form of the disaccharide cellobiose and, thus, decrease the overall fermentation efficiency. A single step of genetic modification could turns *Saccharomyces cerevisiae* able to breakdown this substrate. However, recently we have presented the potential of the yeast *Dekkera bruxellensis* to ferment it at high yields and to produce ethanol from lignocellulosic biomass [2,4]. This yeast has the advantage of being very adapted to the industrial fermentation process [5] and may represent a natural alternative for this application.

The third challenge remains on the conversion of pentoses released from the hemicellulose during steps of pre-treatment or during enzymatic hydrolysis. These sugars are also not assimilated by wild *S. cerevisiae* and huge efforts around the globe are being taken to genetically engineer this yeast [6]. However, these GMO yeasts seem not ready to face the real production-scaled processes and much work still ahead. Thus, search for natural high-yielded xylose assimilating yeasts remains in the agenda. Recently attention has been turned for the species from the genus *Spathaspora* and especially for those isolated from the rain forests in while the ability to assimilate xylose from decayed woods evolved very efficiently [7]. In the present work we present a strain of *Sp. passalidarum* with potential to convert xylose towards ethanol that could compose a consortium with *S. cerevisiae* and *D. bruxellensis* for the full consumption of sugars released by the combination of low-cost high-efficient process of biomass pre-treatment and hydrolysis.

MATERIALS AND METHODS

1. Bagasse treatment

Dried sugarcane bagasse was grounded and fractions of 2 mm mesh were collected. The characterization of bagasse samples for the content of cellulose, hemicellulose, lignin, extractives and ash was performed according to the methodology recommended by NREL (USA). Pre-treatment occurred by suspending 20 g of biomass to 200 mL final volume with 7.5% (v/v) H_2O_2 adjusted to pH 11.5 with NaOH at 5 mol/L for one hour, 150 rpm, at room temperature. Afterwards, the solid fraction was recovered by filtration and washed once with 1.5 L of hot distilled water (70°C) to eliminate residual compounds, especially lignin, and dried at 45°C for 48 h. Mass loss was calculated and the cellulosic fraction submitted to physical analysis by: a) Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis for delignification efficiency, X-ray diffraction for the crystallinity index and scanning electron microscopy for the detailed structure of the cellulose. Enzymatic hydrolysis was conducted using commercial enzyme Celluclast® 1.5L (45 FPU/mL) kindly provided by Novozymes Brazil S/A or FibreZymeTM LDI Complex (45 FPU/mL) kindly provided by Dyadic International Inc. (USA). No β-glucosidase was added to the mixtures. The reactions followed the

manufacturer instructions. Sugars present in the pre-treatment liquors and enzyme hydrolysates were determined by HPLC with cation exchange AMINEX HPX-87H column (Bio-Rad, USA) and infrared and ultraviolet wavelength detectors.

2. Pre-treatment improvement

Corn stover was dried, milled and 10-MESH fractions collected for pre-treatment as described above. Liquid fraction (alkaline H_2O_2 solution) was recovered and used to suspend milled biomass for the next cycle of pre-treatment maintaining 1:10 biomass/solution. Solid fractions of each cycle were recovered for measurements of delignification and hemicellulose solubilisation, which served for the calculation of recycling efficiency and water, peroxide and alkali economy. Afterwards, the cellulosic fractions were hydrolysed with Celluclast® 1.5L as above and the hydrolysates analysed by HPLC.

3. Yeast selection

Xylose-fermenting yeasts were isolated from samples of rotting wood collected from two regions of the Amazon forest in the State of Roraima and identified as different species of the genus *Spathapora* (Cadete et al., 2012). They were screened in synthetic defined media containing glucose, or xylose or a mixture glucose/xylose/cellobiose/arabinose for the initial sugar concentration of 120 g/L, this last medium mimicking the composition of enzymatic hydrolysate. Fermentations were carried out according to the standard procedure (Reis et al, 2014, 2016; Deminiano etal) and the metabolites measured by HPLC as above. Ethanol yield was expressed as gram of ethanol produced by grams of sugar consumed. The yeast *D. bruxellensis* strain GDB 248 has been previously reported for its capacity to hydrolyse and ferment cellobiose (Reis et al 2012). This yeast was tested in different synthetic media as above.

4. Hydrolysate fermentations

Fermentations of biomass hydrolysates were carried out according to the standard procedure (Reis et al, 2014, 2016; Deminiano etal), conditions that simulate the industrial process: high cell density (10% w/v), no oxygenation and temperature around 33ºC. The metabolites were measured by HPLC as above. Ethanol yield was expressed as gram of ethanol produced by grams of sugar consumed.

5. Statistical analysis

All experiments were analysed using the ASSISTAT® Software (Version 7.6 beta) and the results were submitted to variance analysis (ANOVA) and the means were compared by the t-student test ($\alpha = 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

1. Biomass processing

Delignification with alkaline hydrogen peroxide resulted in bagasse with 43% increase in cellulose content, besides the preservation of most of the hemicellulose (Table 1). It is important because maintain intact most of the fermentable sugars, unlike other pre-treatment approaches such as steam explosion or thermal acid procedure, and prevents the production of fermentation inhibitors such as furfurals.

Table 1. Characterisation of sugarcane bagasse before and after treatment with alkaline-H_2O_2.

Bagasse	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Extractives (%)	Ashes (%)
Raw	39.2 ±1.1	37.9 ±0.1	11.8 ±1.5	6.3 ±0.1	2.2 ±0.1
Delignified	56.1 ±0.3	30.2 ±2.4	6.6 ±0.7	0.0	2.5 ±0.1

Physical analysis confirmed the breakdown of lignin structure and the increasing of the crystallinity index of the cellulosic fibres by 50%. Together with the microvoid ultrastructures observed (Figure 1), these morphological changes in the biomass may ensure higher access to the cellulolytic complex.

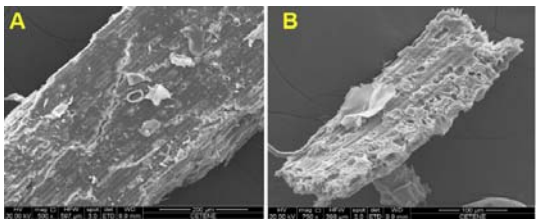


Figure 1. Ultrastructure of sugarcane bagasse before (A) and after (B) alkaline peroxide treatment.

Enzyme hydrolysis was tested with two commercial preparations, with different combinations of enzyme activities and biomass loads. Enzyme cocktail Fibrenzyme contained all activities required for full hydrolysis of the cellulosic and hemicellulosic fractions of the biomass (Table 2). However, it is more expensive than Celluclast that contains practically the same activities, but lacks B-glucosidase. Independent of the enzyme source, efficient hydrolysis of over 80% was achieved for the biomass, mostly due to efficient pre-treatment used, and syrup containing glucose and xylose (and cellobiose in the case of Celluloclast) was produced.

Table 2. Enzymatic activities of the commercial preparation FibreZyme™ LDI.

Enzyme	Activity
FPase (Filtre Paper hydrolase)	11.5 FPU/mL
Xylanase	789 U/mL
B-glucosidase	10 CBU/mL
Avicelase	5.9 U/mL
CMCase (CarboxyMethyl Hydrolase)	175 U/mL

Given the achievement of this pre-treatment, we performed experiments of the recycling of the alkaline peroxide solution. Efficient delignification was observed after five consecutive cycles of pre-treatment using a more recalcitrant biomass of corn stover. It represented a calculated saving of almost 70% of all water, peroxide and NaOH used in the process if considering five independent cycles. Assays will be performed with sugarcane bagasse to consolidate this strategy.

2. Hydrolysate fermentation

Several strains of xylose-assimilating yeasts were isolated from different locations of the Amazon forest as part of the Brazilian trail program for the search of highly fermentative yeasts. Some of them were tested in our laboratory for the assimilation of xylose in synthetic defined medium (Table 3). The physiological results selected the yeast *Spathaspora passalidarum* strain UFMG-HMD- 14.1 as potential produced of ethanol.

Table 3. Fermentative parameters of yeasts isolated from Brazilian Amazon in synthetic medium.

Yeast species	Yeast strain	Xylose consumption (%)	Ethanol ($g\ L^{-1}$)	$Y_{p/s}$ ($g\ g^{-1}$)	Qp ($g\ L^{-1}.h$)
Spathaspora xylofermentans	UFMG-HMD- 25.1	13.1	5.2±3.92	0.34	0.07
Sp. Passalidarum	UFMG-HMD- 14.1	42.7	16.0 ±0.85	0.29	0.22
S. suhii	UFMG-XMD- 16.2	36.6	4.0±0.52	0.10	0.05
S. roraimanensis	UFMG-XMD- 23.2	20.4	2.2±0.08	0.10	0.03
S. brasiliensis	UFMG-HMD- 19.3	26.8	2.5±0.60	0.08	0.04

This strain was further used to ferment the sugarcane hydrolysate produced with FibreZyme preparation, which converts all cellobiose to glucose. The results showed the sequential assimilation of sugar, with high consumption of glucose in the first 24 h of incubation followed by slow xylose assimilation after glucose depletion. Overall, ethanol yield of 0.32 g/g was reached by this yeast. It indicates that xylose assimilation in

this yeast is subjected to high control by Glucose Catabolite Repression (GCR) mechanism. Thus, the presence of *S. cerevisiae* rapidly consuming glucose would release xylose assimilation by *Sp. passalidarum*.

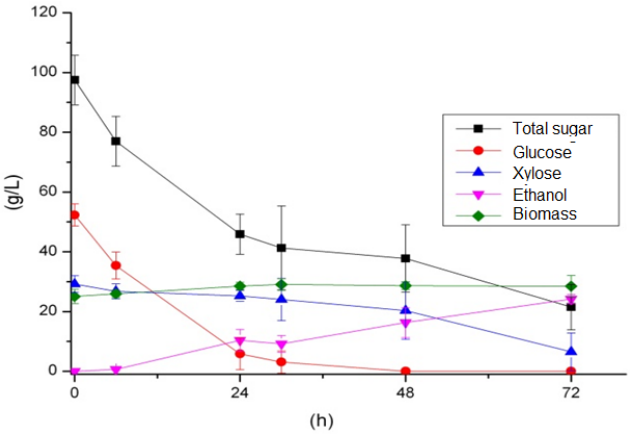


Figure 2. Fermentation of sugarcane hydrolysate by *Spathaspora passalidarum* strain UFMG-HMD- 14.1.

Afterwards, cells of *D. bruxellensis* GDB248 were used to ferment sugarcane hydrolysates produced with Celluclast preparation, which release cellobiose. Here we also observed a faster consumption of glucose followed by cellobiose assimilation when glucose still in the medium. No consumption of xylose was observed (Figure 3). Overall, ethanol yield of 0.42 g/g was reached by this yeast, which is very close to what is calculated for *S. cerevisiae* fermenting glucose in hydrolysates. It is noteworthy that this high yield was achieved in a substrate with low content of nitrogen and without supplementation as it is observed in the literature.

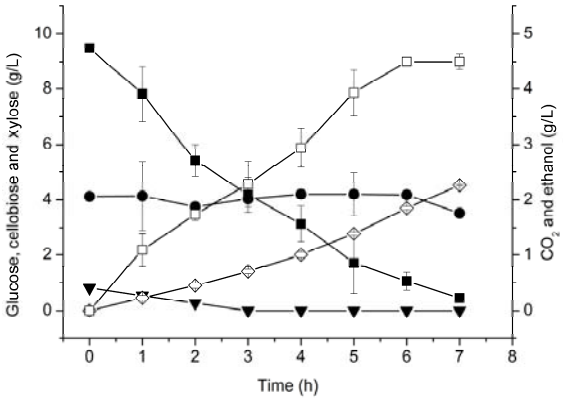


Figure 3. Fermentation of sugarcane hydrolysate by *Dekkera bruxellensis* strain GDB248.

CONCLUSIONS

The presented results indicate the combination of low-cost high-performance recycling pre-treatment with alkaline peroxide with less expensive enzyme preparation (lacking beta-glucosidase) to produce a mixture of sugars from lignocellulosic biomass that could sequentially be fermented by a consortium of three yeasts. Faster glucose assimilation by all yeasts (especially by *S. cerevisiae*) will be followed by parallel fermentation of cellobiose by *D. bruxellensis* and xylose by *Sp. passalidarum*, resulting in a full fermentation of sugars and production of ethanol at high yields.

REFERENCES

[1] Rabemanolontsoa H and Saka S (2016) Various pretreatments of lignocellulosics. Bioresource technology 199: 83-91

[2] Reis ALS, Damilano ED, Menezes RSC and De Morais Jr MA (2016) Second-generation ethanol from sugarcane and sweet sorghum bagasses using the yeast Dekkera bruxellensis. Industrial Crops and Products 92: 255-262

[3] Liu ZL, Weber SA, Cotta MA and Li SZ (2012). A new β-glucosidase producing yeast for lower-cost cellulosic ethanol production from xylose-extracted corncob residues by simultaneous saccharification and fermentation. Bioresource Technology 104: 410-416

[4] Reis ALS, de Souza RDFR, Torres RNB, Leite FCB, Paiva PG, Vidal EE and De Morais MA (2014). Oxygen-limited cellobiose fermentation and the characterization of the cellobiase of an industrial Dekkera/Brettanomyces bruxellensis strain. SpringerPlus 3: e38.

[5] De Souza Liberal AT, Basilio A, do Monte Resende A, Brasileiro BTV, Da Silva Filho E, Simoes DA and De Morais Jr MA (2007) Identification of Dekkera bruxellensis as a major contaminant yeast in continuous fuel ethanol fermentation. Journal of Applied Microbiology 102: 538-547

[6] Jeffries TH and Jin YS (204) Metabolic engineering for improved fermentation of pentoses by yeasts. Applied Microbiology and Biotechnology, 63: 495-509

[7] Cadete RM, Melo KJ, Rodrigues RCLB, Silva SS, Zilli JE, Vital MJS, Gomes FCO, Lachance MA and Rosa CA (2012) Diversity and Physiological Characterization of D-Xylose-Fermenting Yeasts Isolated from the Brazilian Amazonian Forest. PLoS ONE, 7: 1-11

EFECTO DEL ESTRÉS OSMÓTICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE DIFERENTES LEVADURAS DE DESTILERÍA Y *Saccharomyces boulardii*

EFFECT OF OSMOTIC STRESS ON THE GROWTH OF DIFFERENT DISTILLERY YEASTS AND *Saccharomyces boulardii*

Autor (es): Hernández-Sánchez, H. [a]*, Sánchez-Villegas, K.[a], Ávila-Reyes, S.V.[a], García, R.[b]

[a]Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Av. Wilfrido Massieu esq. M. Stampa, UP Adolfo López Mateos, Ciudad de México, CP 07738, México
[b]Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Vía Blanca #804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana 11000, Cuba
e-mail (autor para la correspondencia): hhernan1955@yahoo.com

RESUMEN

Se comparó la cinética de crecimiento en caldo YPD de diez cepas de levadura de destilería *Saccharomyces cerevisiae* proporcionadas por el ICIDCA (La Habana, Cuba) con la de la levadura comercial probiótica *Saccharomyces boulardii*. De ahí se seleccionaron las cepas de más rápido crecimiento y se sembraron en caldo YPD con 10 y 20% de sacarosa respectivamente para ver su respuesta al estrés osmótico. El crecimiento se evaluó mediante aumento en absorbancia a 600 nm. Posteriormente se hicieron ensayos del perfil de asimilación de las levaduras. Las cepas seleccionadas fueron L/25-7-12, -77, -79, -86 y -90. Estas levaduras alcanzaron valores promedio de absorbancia de 0.95 y 0.82 tras 7 h de fermentación con 10 y 20% de sacarosa respectivamente. *S. boulardii* alcanzó valores de 0.8 en ambas condiciones y tuvo un perfil de asimilación similar a la cepa L/25-7-90 la cual, en base a lo anterior, pudiera tener potencial probiótico
Palabras clave: levaduras de destilería, *Saccharomyces boulardii*, estrés osmótico, potencial probiótico

ABSTRACT

The growth kinetics in YPD broth of ten strains of distillery yeasts *Saccharomyces cerevisiae,* kindly provided by ICIDCA (Havana, Cuba), were compared with the commercial probiotic yeast *Saccharomyces boulardii*. The strains with the fastest growth were grown in YPD broth with 10 and 20% sucrose to evaluate their response to osmotic stress. Growth was evaluated as the increase in absorbance at 600 nm. Assimilation assays were performed afterwards. The best strains were L/25-7-12, -77, -79, -86 y -90. These yeasts reached average absorbances of 0.95 and 0.82 after 7 h of fermentation in 10 and 20% sucrose media respectively. S. boulardii reached an absorbance value of 0.8 in both conditions and its assimilation profile was similar to that of L/25-7-90. This last strain could be then, potentially probiotic.
Key words: distillery yeasts, *Saccharomyces boulardii,* osmotic stress, probiotic potential

INTRODUCCIÓN

Probiótico es una palabra griega que significa “a favor de la vida” e incluye a los microorganismos vivos que administrados en cantidades adecuadas confieren un beneficio a la salud del huésped (1). Existen varios requerimientos para considerar a un microorganismo como probiótico como por ejemplo (2): evaluación de la identidad de la cepa (género, especie, cepa), pruebas *in vitro* que evalúen el potencial probiótico de las cepas por ejemplo resistencia a factores de estrés (ácido, salino, osmótico, etc.), adhesión a epitelio,

capacidad antioxidante y potencial antimicrobiano entre otras. Los probióticos incluyen bacterias y levaduras. Dentro de las levaduras probióticas se encuentran a nivel comercial algunas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* y *S. boulardii.* Dada la gran utilidad de las levaduras probióticas como reforzamiento de la microbiota intestinal durante el tratamiento con antibióticos se ha recurrido a industrias como la de alimentos y bebidas para el aislamiento de cepas con potencial probiótico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con diez cepas de levadura de destilería *Saccharomyces cerevisiae* proporcionadas por el ICIDCA (La Habana, Cuba). Las cepas fueron: L/3-75-7, L/25-7-12, L/25-7-77, L/25-7-79, L/25-7-80, L/25-7-81, L/25-7-82, L/25-7-86, L/25-7-90 y L/25-7-95. Como testigo se trabajó con la cepa probiótica comercial *S. boulardii* aislada de cápsulas de Floratil® (Merck). Las cepas se crecieron en caldo YPD y se mantuvieron en tubos inclinados con agar YPD. Se realizaron estudios de cinética de crecimiento en caldo YPD de las cepas de levadura a 28°C por tiempos de entre 7 y 10 h tomando el aumento en Absorbancia a 600 nm como indicativo de crecimiento. De ahí se seleccionaron las cinco levaduras con crecimiento más rápido y se hicieron estudios cinéticos de crecimiento en caldo YPD con la adición de 10 y 20% de sacarosa como factor de estrés osmótico. Finalmente, se hizo el análisis de perfil de asimilación de 30 carbohidratos con el kit API ID32C por 72 h a 30°C para ver cuál de las cinco levaduras se asemejaba más a la levadura probiótica *S. boulardii* (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las cinéticas de crecimiento de las diez levaduras proporcionadas por el ICIDCA se presentan en la Figura 1.

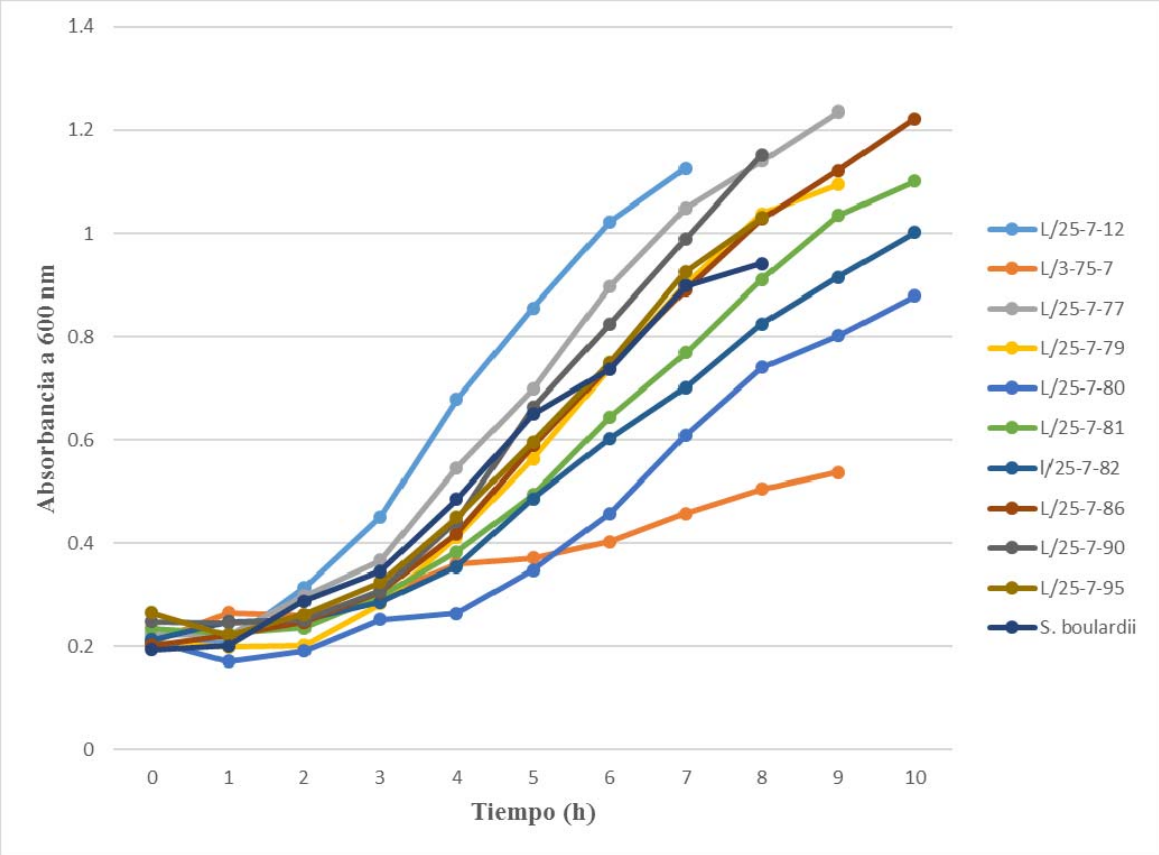


Fig. 1 Cinética de crecimiento de diez cepas de levaduras de destilería y *Saccharomyces boulardii* en caldo YPD a 28°C

Las cinco levaduras con mejor crecimiento fueron las cepas L/25-7-12, L/25-7-77, L/25-7-79, L/25-7-86 y L/25-7-90 con valores de absorbancia final de 1.126, 1.234, 1.094, 1.222 y 1.152 respectivamente. *S. boulardii* tuvo una absorbancia final de 0.941. A continuación, se presentan los resultados de crecimiento de estas cinco cepas y el probiótico control en presencia de sacarosa al 10 y 20% como factor de estrés osmótico.

Tabla I. Absorbancia a las 7 h de incubación a 28°C en caldo YPD con 10 y 20% de sacarosa de cinco cepas de levaduras de destilería y *S. boulardii*

Levadura	***10% de sacarosa***	***20% de sacarosa***
L/25-7-12	0.901	0.800
L/25-7-77	1.132	0.837
L/25-7-79	0.987	0.847
L/25-7-86	1.003	0.817
L/25-7-90	1.005	0.806
S. boulardii	0.797	0.798

Como puede observarse, todas las levaduras de destilería disminuyeron su crecimiento conforme aumenta la concentración de sacarosa alcanzando valores menores en presencia del estrés osmótico representado por 20% de sacarosa. Por el contrario, la concentración de sacarosa no afectó el crecimiento de *S. boulardii* en el intervalo de 10 a 20% de sacarosa siendo este resultado similar al informado por Ávila-Reyes et al en 2016. (4).

Finalmente, los ensayos de perfil de asimilación de sustratos indicaron un 97% de similitud entre la cepa de levadura de destilería L/25-7-90 y *S. boulardii*. Ambas levaduras asimilaron D-galactosa, D-sacarosa, D-rafinosa, D-maltosa y D-glucosa. L/25-7-90 asimiló débilmente la D-trehalosa mientras que *S. boulardii* no la pudo asimilar. Por otra parte, ninguna de las dos levaduras pudo asimilar cicloheximida, N-acetil glucosamina, ácido láctico, L-arabinosa, D-celobiosa, 2-cetogluconato de potasio, metil-α-D-glucopiranósido, D-manitol, D-lactosa, Inositol, D-sorbitol, D-xilosa, D-ribosa, Glicerol, L-ramnosa, Palatinosa, Eritritol, D-melibiosa, Glucuronato de sodio, D-melezitosa, Gluconato de potasio, Ácido levulínico, L-sorbosa y Glucosamina. Esta gran similitud podría dar pauta a pensar en un posible potencial probiótico para la cepa L/25-7-90, lo cual deberá comprobarse con pruebas adicionales de resistencia a estrés, adhesión, potencial antimicrobiano y resistencia al paso por el tracto gastrointestinal.

CONCLUSIONES

Pese a que las diez levaduras se aislaron de la misma destilería, ellas presentaron diferentes capacidades de crecimiento en caldo YPD a 28°C. Así mismo se observó una disminución en la velocidad de crecimiento de las mismas conforme se aumenta la concentración de sacarosa en el medio. Esto no se observó para la cepa probiótica, la cuál mantuvo su crecimiento constante a las dos concentraciones de sacarosa. La gran similitud de los perfiles de asimilación de sustratos entre *S. boulardii* y L/25-7-90 indica que posiblemente esta última pudiera tener un buen potencial probiótico.

REFERENCIAS

1. Cruz-Guerrero, A., Hernández-Sánchez, H., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M., and Figueroa-González, I. Commercial probiotic bacteria and prebiotic carbohydrates: a fundamental study on prebiotics uptake, antimicrobials production and inhibition of pathogens. J Sci. Food Agric. 2014, 94: 2246-2252. ISSN: 1097-0010

2. Melgar-Lalanne, G., Rivera-Espinoza, Y., Méndez, A. I. R. and Hernández-Sánchez, H. *In vitro* evaluation of the probiotic potential of halotolerant Lactobacilli isolated from a ripened tropical Mexican cheese. Probiotics & Antimicro. Prot. 2013, 5(4): 239-251. ISSN: 1867-1314

3. Ramani, R., Gromadski, S., Pincus, D.H., Salkin, I.F., and Chaturvedi, V. Efficacy of API 20C and ID 32C Systems for identification of common and rare clinical yeast isolates. J. Clinical Microbiol. 1998, 13(11): 3396-3398. ISSN: 0095-1137

4. Ávila-Reyes, S.V., Camacho-Díaz, B.H., Acosta-García, A.R., Jiménez-Aparicio, A.R. and Hernández-Sánchez, H. Effect of salt and sugar osmotic stress on the viability and morphology of *Saccharomyces boulardii*. Int. J. Environm. Agric. Biotechnol. 2016, 1(3): 593-602, ISSN: 2456-1878

PROCESO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA "VIMAS"

"VIMAS" ALCOHOLIC FERMENTATION PROCESS

Saura, G*., Estévez, R.
Departamento de Alcohol, Levadura y Alimento Animal, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), gustavo.saura@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El proceso de fermentación alcohólica "VIMAS" (Volumen Incrementado por Múltiples Adiciones Secuenciales), puede describirse como una adecuación de la forma *fed-batch* de alimentación a fermentadores.
El objetivo del trabajo fue presentar algunos fundamentos que permitieron la concepción del sistema, tomando como caso de estudio una destilería cubana de 100 000 L/día de capacidad instalada. Se enfatizó en los ajustes del manejo de las mieles dado el costo actual de esta materia prima y la importancia de estas operaciones para el éxito del sistema.
Este esquema permite que se logre una alta tolerancia a factores de estrés, aspecto clave para aumentar la eficiencia fermentativa. El sistema aumenta la confiabilidad, seguridad y operatividad basado en un sistema de supervisión y control con autómatas, protegiendo el equipamiento tecnológico y garantizando una mayor velocidad de respuesta a posibles fallas.

PALABRAS CLAVE: miel de caña, Proceso VIMAS, fermentación alcohólica, *fed-batch*

ABSTRACT

The "VIMAS" alcoholic fermentation process (Increased Volume for Multiple Sequential Additions), can be described as an adaptation of the *fed-batch* method for fermenter's feeding.
The objective of the work was to present some fundamentals which allowed the system conception, assuming as a case-study a Cuban distillery with 100 000 L/day of installed capacity. Corrections with regards to molasses handling were emphasized due to the current price of this feedstock and the significance of these operations for the system success.
This scheme allows that a high tolerance to stress factors would be achieved, a key feature to accomplish an increase in fermentative efficiency. The system raises the fidelity, security and operability based on a supervision and control system by automatized devices, protecting the technological equipment and assuring an earlier response before potential failures.

KEYWORDS: sugar cane molasses, VIMAS Process, alcoholic fermentation, fed-batch

INTRODUCCIÓN

El proceso de fermentación alcohólica denominado como Proceso "VIMAS" (Volumen Incrementado por Múltiples Adiciones Secuenciales), constituye una herramienta de trabajo para la industria de producción de alcoholes a partir de la agroindustria azucarera. El proceso puede ser descrito en esencia como una forma particular de llevar a cabo el proceso de operación de reactores conocido internacionalmente como *fed-batch*. Es una extensión magnificada del procedimiento actual de alimentación por etapas ("*refrescos*"), que se practica en todas las destilerías del GE AZCUBA para el llenado de los corbatos en la sala de fermentación.

El objetivo de este trabajo fue el de presentar algunos de los fundamentos técnicos que constituyeron la base para el diseño y concepción del sistema para ser implementado inicialmente en una prueba industrial, tomando como caso de estudio una destilería de gran capacidad instalada dentro del esquema AZCUBA (100 000 L/día). El trabajo particulariza en los ajustes relacionados con el manejo de las mieles debido a que constituye en la actualidad el costo variable de mayor peso en la industria alcoholera cubana (cerca de un 60 %) y constituye, la preparación de los mostos, un elemento clave para el éxito de esta propuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta tecnológica para la implementación práctica del Proceso "VIMAS" requirió de ciertas deducciones para el área de preparación de mostos:

- Disponer de corriente estable de mosto a fermentación, con caudal y cantidades de azúcares y nutrientes adecuadas, y en forma constante.
- Implementar un sistema automatizado para la preparación y alimentación del mosto a cada corbato, que permitiera su llenado mediante múltiples incrementos o adiciones finitas, de forma tal que el comportamiento dinámico de su llenado se asemeje al de una escalera con escalones múltiples, y que permitiera seguir la dinámica de la sala de fermentación en cualquier circunstancia operativa.

El Proceso "VIMAS" requiere que se realicen múltiples adiciones al fermentador o corbato a fin de acercarse al comportamiento de un reactor que trabajase por múltiples incrementos finitos de su alimentación, ello pudo modelarse mediante el uso de ecuaciones de diferencias por incrementos finitos; a diferencia de los puros procesos *batch* que requieren para su descripción matemática de ecuaciones diferenciales. O sea el volumen del reactor no se consideró una función continua del tiempo.

La verificación de estos parámetros se obtuvo al compararlos contra los reportados por la literatura y muy especialmente contra el comportamiento reológico y nutricional de mieles de caña cubanas, materia prima de mayor manipulación durante la implementación del sistema (1,2).

Se presenta la concepción del manejo de mostos, en referencia a un caso específico de la proyección y diseño del sistema para una destilería que aunque en la actualidad está fuera de operaciones es la de mayor capacidad instalada en Cuba (100 000 L/d), con sistema de propagación a partir de Cuba Madre y otras facilidades existentes que presuponían cuando se realizó el proyecto, una inversión mínima. Se tomaron datos conocidos y/o se asumieron aquellos que aunque no fueron de conocimiento real, pudieron ser obtenidos de la fuente directamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como en todo problema de ingeniería de procesos químicos, la aplicación del sistema podía enfrentar las dos alternativas clásicas:

1. La Planta no existía y requería ser diseñada
2. La Planta era existente y lo que se demandaba era que fuera evaluada

Por razones obvias la proyección de este sistema opto por aprovechar las instalaciones existentes en nuestro país y realizar un levantamiento de las necesidades técnicas.

La Figura 1 exhibe la Hoja EXCEL referente al balance y esquema de proceso y control para realizar la pre-dilución total de miel destinada al proceso y algunas de las soluciones adoptadas para implementar el proceso en la destilería caso de estudio (capacidad instalada 100 000 L/día). El equipamiento que se muestra en el esquema está referido con su nomenclatura en el texto.(3)

Originalmente el proceso en esta planta, realizaba una pre-dilución a 40 - 45 ºBx y una acidificación simultánea con H_2SO_4 concentrado y se pasaba la mezcla por un tamiz colador rotatorio, que removía todos los macro-sólidos suspendidos. Con posterioridad se pasteurizaba toda la solución de melaza por inyección directa de vapor a través de un eyector, tanto la utilizada para propagación como para la fermentación.

Una observación necesaria para la exitosa implementación del VIMAS, detecto la necesidad que conjuntamente con la melaza, se introdujera agua de proceso proveniente de una fuente que garantizara una presión constante, ya que de lo contrario las pulsaciones de la presión provocarían tal disturbio en las señales, que el sistema de control no lograría regular adecuadamente la densidad o Brix deseado.
Ambas corrientes (melazas y agua) atravesarían flujómetros que permitieran medir su paso hacia el mezclador estático en línea MX-313.
A la salida de la mezcladora la corriente se dirigiría hacia el tamiz rotatorio, que trabajaría tal a como lo hacía usualmente, derramando el filtrado hacia el depósito R-301, y retirándose los sólidos manualmente.
Se omitió la corrección de pH con sulfúrico concentrado. El volumen de trabajo del tanque debería permitir trabajar a un bajo tiempo de retención y realizar una dilución no menor a 45 ºBx. (4)
La presencia de un sistema para mantener un nivel relativamente fijo en el depósito R-301, debería absorber las fluctuaciones de demanda de mosto, que necesariamente se producirían.
Por su parte la Figura 2 muestra el balance y esquema del proceso y control para la dilución de mostos hacia los fermentadores.

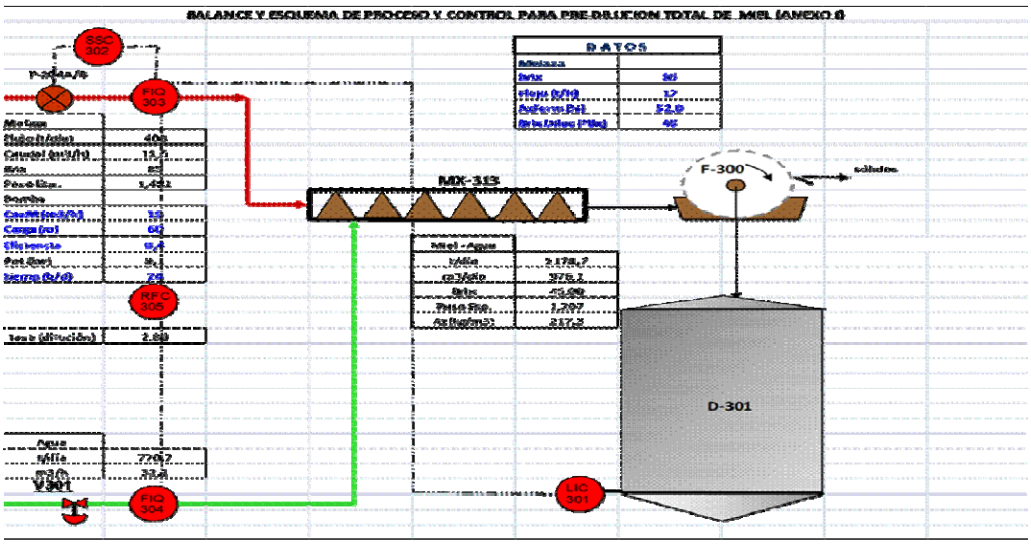


Figura 1. Balance y esquema de proceso y control para realizar la Pre-dilución de miel destinada al proceso.

Para esta etapa hay que hacer notar que se pretendía utilizar el depósito R-301, para abastecer tres circuitos independientes de elaboración de mostos a proceso, que son:
• El que se sometería a calentamiento y acidificación para su uso en propagación. Esta línea utilizaría los equipos existentes D-302; MX-316/318; P-315/317; etc.
• El que se destinaria directamente al resto de los fermentadores, que utilizaría o compartiría parte de los equipos antes mencionados.
El nuevo circuito que propone el VIMAS, que responde al esquema presentado (Figura 2), requeriría de la instalación de la bomba P-321 (podía ser una sola) mediante la cual se impulsaría la miel pre-diluida hacia el mezclador y finalmente hasta los fermentadores seleccionados para una prueba industrial.
El mezclador estático debía ser nuevo y de diseño adecuado para este caudal, para mantener los existentes en su utilización. A la salida del mezclador este se conduciría por medio de una nueva tubería, hasta conectarlos con los dos fermentadores seleccionados para realizar la prueba.
En cuanto al sistema de instrumentación y control para esta etapa se insistió en que la presión del circuito de agua que alimente al sistema de dilución, debía de ser lo más constante posible. Esto se consigue en la práctica mediante el uso de un depósito elevado a nivel constante, o en su defecto por un sistema específico de abasto de agua para esta función.

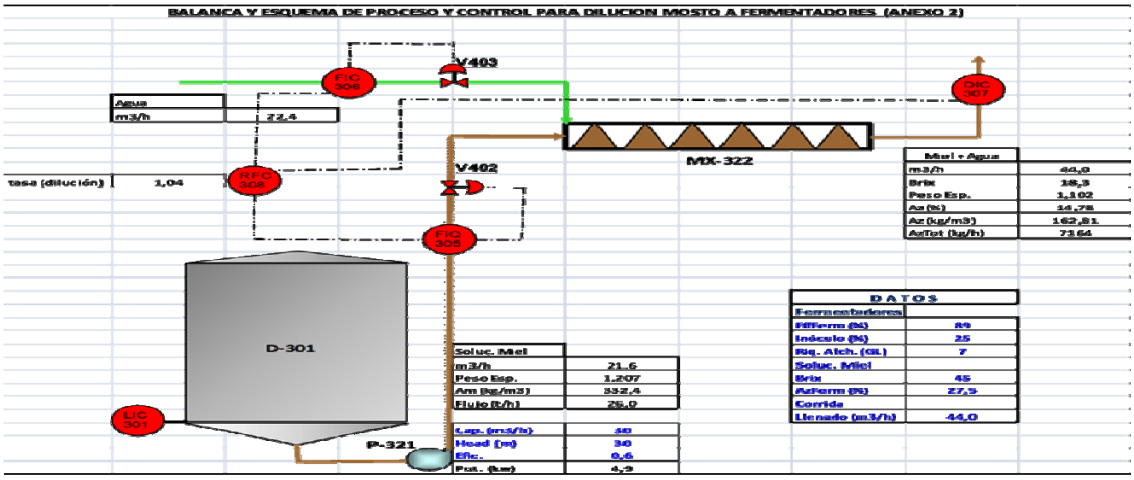


Figura 2. Balance y esquema del proceso y control para la dilución de mosto a fermentadores.

CONCLUSIONES

El proceso de fermentación alcohólica "VIMAS" puede maximizar el uso de la fuente de carbono, en este caso la miel final y además permite paliar las dificultades técnicas actuales relacionadas con la garantía de trabajo a temperaturas óptimas para la levadura. (5).Un esquema de múltiple adición secuencial permite que se logre una alta tolerancia a los factores de estrés, que bajo las condiciones de alimentaciones múltiples secuenciales se reducen. Este aspecto es clave para aumentar la eficiencia fermentativa y constituye el soporte para obtener mayores riquezas alcohólicas.

La atenuación de la temperatura puede verse favorecida, por la amortiguación entre valles y picos de generación de calor. De igual forma, la competencia con otros microorganismos contaminantes puede ser disminuida, al lograrse una alta población relativa de levaduras por unidad de azúcar y bacterias contaminantes presentes.

El sistema aumenta la confiabilidad, seguridad y operatividad basado en un sistema de supervisión y control con autómatas el cual garantizará las protecciones del equipamiento tecnológico y garantiza mayor velocidad de respuesta a las posibles fallas que se puedan presentar. (6)

Se lograron establecer las modificaciones y soluciones tecnológicas derivadas de la modelación del proceso para una destilería de 100 000 L de alcohol por día. Este proceso puede ser aplicado a otras destilerías activas en el esquema AZCUBA, basado en las proyecciones realizadas, la necesidad de inversión en cada fábrica, así como sus particularidades tecnológicas.

REFERENCIAS

1. Otero, M.A. (2008). Las melazas de caña. Composición, propiedades y uso. (Gálvez, L. Álvarez, A., Almazán, O. Otero, M., Sabadí, M. Rojas, H., eds.) ICIDCA. ISBN. 978-959-7165-18-7.
2. Otero, M. A. (2012). Editorial Melazas y otros siropes del proceso de producción de azúcar. Académica Española, LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Heinrich-Böcking-Str. 6-8 D - 66121 Saarbrücken ISBN 978-3-8473-6203-6
3. Zyl W, Lind L, Haan R, McBride J. Consolidated Bioprocessing for Bioethanol Production Using Saccharomyces cerevisiae. In: Scheper T, L.Olsson, eds. Biofuels. Berlin: Springer; 2007.
4. Fajardo E, Sarmiento S. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de levadura Saccharomyces cerevisae. Bogotá, Colombia: Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana; 2007.

5. Campbell I. Yeast and fermentation. In: Russel I, Stewart G, Bamforth C, eds.Whisky. U.K.: Elsevier; 2003.
6. Ingledew M. Dont´t Forget the Basics. The Alcohol Textbook. Kentucky, USA.: Alltech; 2001

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ESPUMA EN LA CERVEZA MEDIANTE EL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICO Y NATURAL

EVALUATION OF THE BEER FOAM QUALITY BY MEANS CHEMICAL AND NATURAL STABILIZERS

Silva, T.A.O *, Boffill, Y, Silva, J.B.A

[1*]Universidad de Taubaté, Departamento de Biología, Taubaté, São Paulo, Brasil,
e-mail: tassianaamelia@hotmail.com
[2]Universidad de São Paulo, Escuela de Ingeniería de Lorena, Departamento de Biotecnología, Lorena, São Paulo, Brasil, e-mail: *joaobatista@usp.br*
* e-mail: yanetb@usp.br

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la estabilidad de la espuma de la cerveza a través del método Sigma utilizando un estabilizante químico, a base de alginato de propilenglicol (PGA), FoamMax, y un estabilizante natural, Natufoam CG, compuesto por proteínas de malta. El estabilizante FoamMax proporcionó un tiempo de 135.6 s y el estabilizante Natufoam CG proporcionó un mayor tiempo de retención 123.2 s de espuma en la cerveza, diferenciándose estadísticamente del experimento control, 86.4 s. También se hizo una cerveza con 25% de jarabe de caña de azúcar, que presentó una estabilidad de la espuma de 112,3 s. Los resultados mostraron que, se torna interesante la sustitución del uso de estabilizante químico por el aditivo natural como tentativa de minimizar el impacto de la acción humana sobre el ecosistema marino del cual el alginato es extraído.
PALABRAS CLAVE: estabilizante, calidad, cerveza

ABSTRACT

The objective this present work was to evaluate the stability beer foam using a chemical stabilizer based on propylene glycol alginate (PGA) (FoamMax) and a natural stabilizer (Natufoam CG) composed of malt proteins by means of the Sigma method. The FoamMax stabilizer provided a time of 135.6 s and the Natufoam CG stabilizer provided a longer retention time of 123.2 s of foam in the beer, differing statistically from the control experiment, 86.4 s. A beer was also made with 25% sugarcane syrup, which had a foam stability of 112.3 s. The results will show that, it is interesting to replacement the use of chemical stabilizer by the natural additive as an attempt to minimize the impact of human action on the marine ecosystem from which the alginate is extracted.
KEY WORDS: stabilizer, quality, beer

INTRODUCCIÓN

La espuma de cerveza es una fina película liquida, estabilizada por varias moléculas de ácidos orgánicos y glicoproteínas, en torno de un volumen de gas (HARBISON, 2012). La cantidad de espuma formada depende del contenido de CO_2 en la cerveza, pero el potencial de formar espuma y la estabilidad de la misma dependen de la composición de la cerveza (ALAFACE, 1999). Según Hough (2001) las glicoproteínas son los principales agentes de estabilización de espuma en las cervezas y, según Silva et al (2006), cuanto mayor sea la hidrofobicidad de la proteína, mayor su actividad promotora de espuma y la presencia de niveles mínimos de iso-alfa-ácidos es imprescindible para obtener una espuma estable. Algunos factores físicos interfieren en la calidad de la espuma en la cerveza, como formación y tamaño de las burbujas que influyen en el punto de nucleación de las burbujas, que formaran bolas de tamaño pequeño que generan burbujas más

cremosas, tornándose atrayente para el consumidor; el drenaje, que está asociado a la viscosidad de la cerveza y a los efectos de la capilaridad; unión de las burbujas que es la fusión de dos burbujas que formaran una bola mayor y menos estable y, por último, la dismutación, conocida como maduración de Ostwald que, por la difusión del CO_2 entre las burbujas menores, formaran las mayores, con menor presión y provocar formación de espumas menos atrayente para el consumidor (BAMFORTHE, 2009). Según Hough (2001) se estima que la espuma producida es parcialmente estabilizada por una migración de sustancias hidrofóbicas a la superficie de la interface gas-líquido de la cerveza. Estos incluyen glicoproteínas, compuesta por una cabeza proteica hidrofóbica y una cola de carbohidrato hidrofílico. Las cabezas estabilizan la superficie de la bola, mientras las colas promueven, entre las bolas, un local de alta viscosidad, dificultando el drenaje de la cerveza. Otras moléculas hidrofóbicas, como los lípidos, disputaran posiciones en la superficie de las burbujas con las glicoproteínas, perjudicando la formación de la espuma. Si, el lípido fue anexado al hidrato de carbono, puede ser una molécula positiva de espuma (aumentando la espuma de la cerveza). Dentro de las sustancias que aumentan la formación de espuma se incluyen resinas de lúpulo, dextrinas, β-glucanasas, melanoidinas, presumiblemente por proporcionar un local de alta viscosidad, asociándose las sustancias en las superficies de la bola. Los optimizadores de espuma más eficaces tendrán no sólo esas propiedades, sino también serán agentes de ligación con las glicoproteínas enriqueciendo la pared de la bola (ésteres de alginato). Así, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de las espumas de cerveza de cebada artesanal y de cerveza con 25% de jarabe de caña de azúcar, utilizando un estabilizante químico, a base de PGA y un estabilizante natural, compuesto por proteínas de malta de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en la Planta Piloto de Bebidas de la Escuela de Ingeniería de Lorena, Universidad de São Paulo (EEL-USP). La cerveza de cebada producida, siguió el patrón pilsen puro malte, en cuanto al contenido de extracto original (10°P), claro, con relación al color; de baja fermentación (15°C), y de contenido alcohólico medio (4,1%). También fue preparada una cerveza con 25% de jarabe de caña de azúcar como adjunto de la malta de cebada. Se disolvieron 2 g de FoamMax en 100 mL de agua caliente (45°C), durante 8 horas, del cual se retiraron 1,2 mL y fueron adicionados en 600 mL de la cerveza. El NatuFoam CG a 3% , fue 0,12 g del estabilizante en 45 mL de cerveza, a temperatura ambiente. Fueron retirados 9 mL, que fueron adicionados en 600 mL de cerveza. El análisis de la estabilidad de la espuma también fue realizado en el chope artesanal en el cual no fue usado el aditivo, considerado control. Fue empleado el método sigma, que mide la cantidad de espuma, en tiempo pre-determinado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del cálculo Sigma, utilizando los estabilizantes FoamMax, NatuFoam CG y el control, se muestran en la Tabla I; la cual presenta, el tiempo total de permanencia de la espuma, el valor Sigma correspondiente.

Tabla I. Determinación de la estabilidad de la espuma mediante la metodología Sigma

	FoamMax		**NatuFoam CG**		**Control**	
Ensayo	t (s)	Sigma (S)	t (s)	Sigma (S)	t (s)	Sigma (S)
1	229	133	227	114	230	81
2	226	144	225	128	229	74
3	230	128	225	136	228	90
4	229	134	227	113	229	95

5	227	139	230	125	226	86

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente a través del análisis de variancia (ANOVA), los que se muestran en la Tabla II.

Tabla II. ANOVA para la estabilidad da espuma

Fuente	**Suma de cuadrados**	**Grados de libertad**	**Media de cuadrados**	**F**
Tratamiento	65.500	2	32.700	47.3787*
Residuo	829.200	12	69.100	
Total	895.000	14		

.F_{tab} (5, 2, 12) = 3.89. *Diferencia significativa ($p < 0,05$)

Se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos al nivel de 5% de probabilidad, lo que significa que una media difiere de las demás. Se aplicó el procedimiento para comparaciones múltiples, utilizando la prueba de Tukey. Las medias de los tratamientos fueron ordenadas en orden decreciente, siendo FoamMax, NatuFoam CG y control, respectivamente, cuyos resultados se muestran en la Tabla III.

Tabla III. Procedimiento para comparaciones múltiples en la estabilidad de la espuma en las cervezas

Tratamiento	**Media**	**Desviación típica**
Foammax	135.6a	6.11
Natufoam CG	123.2a	9.73
Controle	86.4b	8.68

a,b y c, indican diferencias significativas entre los tratamientos

El uso de los estabilizantes FoamMax y NatuFoam CG proporcionaron un mayor tiempo de retención de espuma en las cervezas, diferenciándose estadísticamente del control. Según Swistowicz (1978) el rango ideal para el tiempo de retención de la espuma está entre 110 s y 130 s. La Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza-Alaface (1999), considera valores da estabilidad de la espuma mayores de 125 como muy buenos, menores de 110, pobres y muy pobres cuando los valores son menores que 100. Los valores obtenidos en el presente trabajo tanto para FoamMax de 135,6 como para NatuFoam CG de 123,2 pueden ser considerados satisfactorios. Las cervezas con sirope de caña presentaron valores más elevados de turbidez, 112,3 s, para la estabilidad de la espuma. Existen discrepancias cuando se trata de la espuma en la cerveza, pues determinados consumidores no aprecian la cerveza con espuma, alegando que poca o ninguna espuma en el cuerpo representa una mayor cuantidad de líquido a ser ingerida. Además, el hábito de consumirse la cerveza "estúpidamente fría" no permite un desprendimiento suficiente de bolas de gas carbónico del líquido, llevando a la poca formación de espuma. Sin embargo, en el proceso de producción, los cerveceros tienen el nivel de espuma como un parámetro de cualidad y procuran atender a los consumidores que aprecian la cerveza con espuma. Además del aspecto visual, son atribuidas a la espuma las funciones de aislamiento térmico (aisla el líquido frío del ambiente más caliente) y de barrera contra a volatilización rápida del aroma de la misma (MATTOS, 2007).

La espuma de la cerveza es formada por burbujas de gas carbónico envueltas por proteínas, específicamente, de peso molecular de aproximadamente 13 kDa y por encima de 40 kDa. Además del tamaño específico, poseen características hidrofóbicas, conferidas por la presencia de aminoácidos hidrofóbicos en su estructura primaria. El elevado peso molecular aliado a la hidrofobicidad hace que esas proteínas permanezcan localizadas próximas a las bolas de gas carbónico desprendidas del líquido, formando una red tridimensional que retiene las bolas de gas y dificulta el escurrimiento del líquido (cerveza). Por tanto, mayores cantidades de bolas de gas carbónico y mayores cantidades de esas proteínas favorecen la formación de espuma (MATTOS, 2007).

CONCLUSIONES

Con la utilización de estabilizantes en las cervezas mejoró la calidad de la espuma en términos de tiempo de retención. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en que se utilizó el estabilizante a base de Alginato de Propilenglicol y el tratamiento con estabilizante compuesto por proteínas de malta. Ambos mostraron resultados satisfactorios con relación a la estabilidad de la espuma. Por tanto, se torna interesante la sustitución del uso del estabilizante químico por el aditivo natural debido a la creciente preocupación en minimizar el impacto de la acción humana sobre el ecosistema del cual el alginato es extraído.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a FAPESP y a CNPq, por el apoyo al financiamiento del proyecto, y por el auxilio para la participación en el evento, respectivamente, y a Prozyn Industria e Comercio Ltda.

REFERENCIAS

1. ALAFACE. Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza. Métodos de Análisis
2. Cerveceros. 1999. Capitulo 2. Espuma, p. 185-189.
3. BANFORTH, C.W.; RUSSELL, I. STEWART, G. Hamdbook of alcoholic beverages: beer, a quality perspective. 1ed. Burlington: Elsevier, 2008. 304p.
4. CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE et al. Biotecnologia alimentos e bebidas producidos por fermentación. São Paulo, Ed. Edgar Blücher, 1983. cap. 3, p. 46.
5. DRAGONE, G.; ALMEIDA e SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. Tecnología de Bebidas. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2010. cap.2, p.15-50.
6. FREITAS, A. C; FIGUEIREDO, P. Conservación de Alimentos. Capítulo 1- 2° Parte: Aditivos Alimentares. Capítulo 3: Aditivos para a melhoria das características físicas, Lisboa, 2000. p. 43.
7. HARBISON, M. BeerSci: How to Make Beer Foamier. Popular Science. Disponible: http://www.popsci.com/science/article/2012-11/beersci-beer-foam 2012.
8. HOUGH, J. S. Beer Foaming.The Biotechnology of Malting and Brewing. Cambrigde: Cambrigde University Press,2001. p. 139..
9. MULLER, J. M; SANTOS, R. L. dos; BRIGIDO, R. V. Produção de Alginato por Microrganismos. Polímeros. Florianópolis-SC, v.21, n.4, p.305-310, 2011.
10. SILVA, F.; FERREIRA, I.M.P.L.V.O; TEIXEIRA, N. Polipeptídeos ye Proteínas con Influencia na Qualidade da Espuma da Cerveja e Métodos Analíticos Utilizados no seu Estudo. Revista Química Nova, São Paulo, v.29, n. 6, P. 1326-1331, 2006.
11. SILVA, T.A.O. Comparação entre estabilizante químico e natural com influência na qualidade da espuma da cerveja. 2013. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Biologia)- Universidade de Taubaté, Taubaté, 2013.

12. SWISTOWICZ, W. Interpretation of laboratory analyses. In: BRODERICK, H. M. (Ed.). The pratical brewer: a manual for the brewing industry. 2 ed. Madison: MBAA, 1978. Cap. 17, p. 326.
13. TROMMER, M. O Processo de Formação da Espuma ou Creme da Cerveja. Disponível em: <www.portalosaberdacerveja.com.br>. Acesso em: 13 mar. 2013.

PRODUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ANÁLISIS SENSORIAL DE CERVEZA CON 25% DE JARABE DE CAÑA

PRODUCTION, PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND SENSORY ANALYSIS OF BEER WITH 25% OF CANE SYRUP

Silva, J.B.A[1]*, [1]Aizemberg, R, [2]Oliveira, T.A.O

[1*]Universidad de São Paulo, Escuela de Ingeniería de Lorena, Departamento de Biotecnología, Lorena, São Paulo, Brasil, e-mail: *joaobatista@usp.br*
[2]Universidad de Taubaté, Departamento de Biología, Taubaté, São Paulo, Brasil,
e-mail: tassianaamelia@hotmail.com
* e-mail: *joaãobatista@usp.br*

RESUMEN

Creada hace miles de años antes de Cristo y producida a partir de diversos cereales e hierbas, la cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo. El filósofo Platón decía “Sabio el hombre que inventó la cerveza”. En 1516 la Ley de la Pureza de la Cerveza, limita que la cerveza debe ser hecha con agua, malta de cebada y lúpulo. En Brasil, el Decreto 6.871 de 2009, dice “Cerveza es la bebida obtenida por la fermentación alcohólica del mosto cervecero de la malta de cebada y agua potable, por la acción de la levadura, con adición de lúpulo”. Parte de la malta de cebada podrá ser sustituida por cereales malteados o no, y por carbohidratos de origen vegetal transformados o no. El objetivo de este trabajo fue producir una cerveza con 75% de malta y 25% de jarabe de caña y hacer su caracterización físico-químicas y sensoriales.

PALABRAS CLAVE: Cerveza, jarabe de caña, adjunto no convencional

ABSTRACT

Created thousands of years before Christ, and produced from various cereals and herbs, beer is one of the oldest drinks in the world. The philosopher Plato said "Wise man who invented beer". In 1516 the Law of Purity of Beer, limits that the beer must be made with water, malt of barley and hops. In Brazil, Decree 6,871 of 2009, says "Beer is the drink obtained by the alcoholic fermentation of the brew must of barley malt and water, by the action of yeast, with the addition of hops." Part of the barley malt may be replaced by malted or unprocessed cereals, and by processed or non-processed vegetable carbohydrates. The objective of this work was to produce a beer with 75% malt and 25% cane syrup, and to make its physical-chemical, sensorial characterization.

KEY WORDS: Beer, cane syrup, unconventional adjunct

INTRODUCCIÓN

En Brasil, cervezas del tipo Pilsen representan el 98% del mercado consumidor (1). Mientras que la apreciación de las cervezas Pilsen por los consumidores muchas veces es subjetiva, dadas las semejanzas sensoriales entre ellas, la preferencia de los consumidores por cervezas especiales cubre una gama mucho más amplia, debido a los aromas y sabores ampliamente variables que, en general, llevan a la persona a diferentes experiencias (2). Los adjuntos en la producción de cerveza pueden ser definidos como cualquier fuente de carbohidrato, diferente de la malta, que contribuya con azúcares fermentables para el mosto (3). El uso de adjuntos en la fabricación de cerveza es permitido por ley en muchos países y se permiten varios tipos

de materias primas (4). El Ministerio de la Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento, que dentro de otras actividades es responsable por la legislación sobre alimentos y bebidas, publicó en el Diario Oficial de la Unión (DOU, 2014), una Consulta Pública para definir los Patrones de Identidad y Calidad de los productos de cervecería en el MERCOSUL, y podrán ser parte de la legislación los siguientes tipos de cerveza: Cerveza Gruit, Cerveza sin Gluten, Cerveza Envejecida, Cerveza Concentrada y Cerveza de Fermentación Múltiple. Considerando estas posibilidades, un grupo de investigadores de la Escuela de Ingeniería de Lorena (EEL), viene realizando investigaciones con otras fuentes de carbohidratos denominados adjuntos no convencionales como arroz prieto, plátano, pupunha, caña de azúcar, piñón, café y suero de leche (5). La selección de la elaboración de una cerveza Pilsen con la adición de jarabe de caña con una concentración de 25% es interesante, dado que es la proporción mucho más utilizada en las cervecerías. Además, el jarabe puede reducir el costo de la producción de cerveza, reduciendo el uso de malta y caracterizar sensorialmente el producto final.

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción de la cerveza fue llevada a cabo en la Planta Piloto de Bebidas de la (EEL) a escala piloto para un volumen de 200 litros. El agua, utilizada fue obtenida del pozo artesano de la EEL. La malta del tipo Pilsen fue donada por la Maltería del Valle S/A, de Taubaté, SP. El lúpulo tipo Saaz fue proporcionado por Vallerstein Industrial Ltda de São Paulo, SP. El jarabe de caña utilizado fue adquirido de la empresa Casero y Natural Alimentos Ltda, Biguaçú, SC, y la levadura fue la *Saccharomyces cerevisiae* PPB01, del tipo *lager*. El mosto fue preparado, pasando la malta de cebada por un molino de rollos, con distancia entre los rollos de 0,7 mm. En la maceración, se utilizó 33,20 kg de malta para 100 litros de agua primaria. La temperatura de maceración varió de 48 a 78°C y el pH inicial fue ajustado a 5,5 por la adición de ácido láctico (Synth). Fue adicionado $CaCl_2$ (Synth) en la proporción de 1,26 g/Kg de malta. Después de la formación de la capa filtrante, el bagazo fue lavado con agua secundaria a 80°C. Durante la hervidura, fue adicionado lúpulo en forma de pellets (1,8 g/L) en el mosto, hasta alcanzar la concentración de 16°P. Después del término de la hervidura, el mosto fue enfriado y retirado el *trub*. El mosto fue enfriado hasta la temperatura de fermentación de 12°C y enviado al fermentador. El cultivo de la levadura se desarrolló hasta que la concentración celular alcanzó aproximadamente 10^7 células/mL. El fermentador usado es de acero inoxidable alimenticio 304, con control digital de temperatura y manómetro de presión analógico para el control de la presión interna, ejercida por la formación de CO_2. Cuando la concentración de azúcares alcanzó 1°P, por encima de la atenuación limite, los registros de los tanques fueron cerrados para mantener el CO_2 y la presión interna en los tanques fue mantenida en aproximadamente 2 kgf/cm^2. Al final de la fermentación, la temperatura fue reducida a 4°C y la maduración fue conducida por 15 días. La bebida obtenida fue sometida a la filtración en un filtro prensa horizontal, con ayuda del filtro de celulosa y tierra de diatomeas como elemento filtrante. La cerveza obtenida fue diluida con agua previamente carbonatada hasta alcanzar la concentración de 12°P, o sea, para valores de una cerveza Pilsen común. Después, fue almacenada en botellas de color ámbar con capacidad de 600 mL y en seguida pasteurizadas por 62°C por 20 minutos, en baño-maría. Las cervezas frescas fueron sometidas a análisis físico-químicos en el equipamiento Beer Analyser 2, ANTON-PAAR®, Austria y el resultado de azúcares, etanol y densidad fueron expresados en ^{o}Plato, % v/v y g/mL respectivamente. El pH fue medido en un potenciómetro, utilizando pH-metro MA-522 (Marconi). Fue realizado el conteo de células en suspensión y la viabilidad celular en cámara de Neubauer (1/400 mm^2 x 1/10 mm) y expresadas en células/mL. Las pruebas sensoriales fueron realizadas en cabinas individuales con la utilización de luz blanca en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Microcervecaría de la EEL. Fue realizada también la evaluación de la productividad y del rendimiento de la fermentación de acuerdo con (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta la evolución de la concentración de extracto original del mosto, de la concentración de etanol, del crecimiento celular y del pH en un mosto con concentración de 16ºP, utilizando a levadura *Saccharomyces cerevisiae* PPB01, y temperatura de fermentación de 12ºC. Se verificó el consumo de extracto desde el inicio del proceso y en alrededor de las 24 horas se inició la formación de etanol. Antes de eso, las levaduras todavía realizaban respiración para obtener energía. A medida que el tiempo fue pasando, hubo una caída en los valores de pH y el crecimiento celular aumentó hasta alcanzar valores máximos próximos de 65 horas con una subsecuente caída. Los resultados de los análisis de la cerveza con 25% de jarabe de caña diluida para aproximadamente 12°P y de una cerveza pura malta están presentados en la tabla 1. La cerveza de jarabe tuvo el nivel de etanol de 5,58 ± 0,04 % (v/v), extracto aparente de 1,42 ± 0,03 g/100g, extracto original de 11,92 ± 0,16 g/100g y grado de fermentación aparente de 88,12 ± 0,19 %. La cerveza presenta pH en el rango de 4-5 y las de tipo *ale* varían de 3-6. Los ácidos orgánicos, que son esencialmente subproductos excretados por las levaduras, son los responsables por esta acidez (7). El pH de la cerveza en cuestión fue de 4,30 ± 0,03.

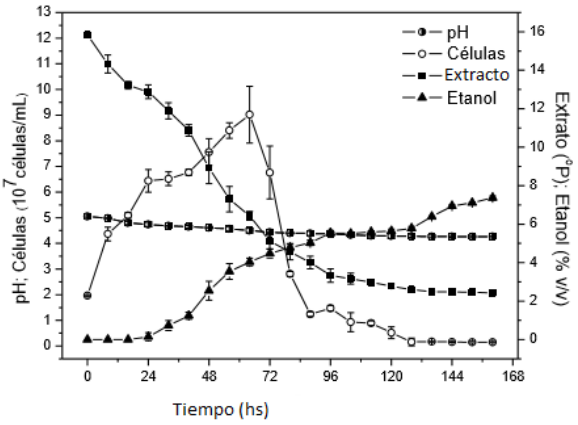


Fig. 1. Concentración de extracto original del mosto, de la concentración de etanol, del crecimiento celular y del pH en un mosto con 25% de jarabe y con 16ºP

Tabla I. Caracterización de la cerveza con jarabe, y cerveza pura malta

	25% de Jarabe	Pura Malta
Etanol %(v/v)	5,58±0,04	5,30±0,07
Extracto Aparente (g/100g)	1,42±0,03	2,06±0,15
Extracto original (g/100g)	11,92±0,16	12,39±0,15
GAF (%)	88,12±0,19	83,4 ± 2,0
pH	4,30±0,03	NA*
Color (EBC)	12,88±0,92	4,7±0,10
Amargor (IBU)	20,00±,02	25,00±2,4

*NA No evaluado

La productividad volumétrica en etanol en la fermentación del mosto con jarabe de caña alcanzó un valor máximo de 0,50 g/L.h, a partir de 56 h. El rendimiento aparente en etanol en ese mismo tiempo fue de 0,30 g/g. Este resultado fue inferior al rendimiento en etanol, próximo de 0,40 g/g, obtenido por (5), en la fermentación conducida en fermentadores cilindro-cónicos de 180 L con volumen útil de 140 L, utilizando mostos de 17,50 °P, fermentados por *Saccharomyces cerevisiae* de tipo *lager* à 12,5°C. El aumento del rendimiento en etanol durante la fermentación es el resultado de la diminución del rendimiento en biomasa (Yx/s). En la diminución de este (Yx/s) también puede influenciar el mantenimiento celular, que desempeña funciones vitales que comprenden el trabajo osmótico para mantener los gradientes de concentración de sustancias entre el interior de la célula y su medio ambiente, las modificaciones de componentes celulares que requieran energía y la movilidad celular (8). Otra característica ligada al consumo del sustrato y a la formación de productos es la caída gradual de la densidad del mosto con jarabe de caña en el curso de la fermentación. Este fenómeno está enteramente asociado tanto al consumo de sustrato para la construcción y mantenimiento celular como a la formación de productos menos densos y/o volátiles. Un buen ejemplo es la formación de CO_2 como resultado de la fermentación de los azúcares. Una parte de este gas permanece soluble y la otra se desprende del mosto. Es conocido que altas concentraciones de CO_2 en el bioreactor, inhibe la fermentación. Este compuesto es recolectado de la parte superior del reactor, pudiendo ser reutilizado más tarde con la finalidad de carbonatación de la cerveza en las etapas finales (8). Se obtuvo un

grado aparente de fermentación de 79,90 % (GAF) a lo largo de todo el proceso fermentativo, en el tiempo final de 152 h, este valor se comportó por encima del intervalo de 68 a 75%, verificado en (9) para el inicio de la etapa de maduración, o sea, al final de la fermentación. Sin embargo, con 68,96% de GAF, cuando el tiempo de fermentación era de apenas 88 h, o sea, menos de 4 días de fermentación.
Al realizar el análisis sensorial de la cerveza elaborada con 25% de jarabe y compararla con dos cervezas comerciales claras del tipo Pilsen del mercado brasileño, se observó que estadísticamente la más aceptada fue la cerveza elaborada con el 25% de jarabe.

CONCLUSIONES

La cerveza elaborada con el 25% de jarabe de caña presentó buenas características organolépticas. El análisis sensorial demonstró que hubo diferencia estadística ($p < 0.05$) entre las muestras preparadas con 25% de jarabe de caña y las cervezas comerciiales. La cerveza con el 25% de jarabe fue las mas aceptada estadísticamente. Por lo tanto, resulta muy interesante y más económico reemplazar parte de la cebada con jarabe de caña en el proceso de elaboración de la cerveza, ya que esta fuente de azúcar es mucho más barata que la cebada de Malta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a FAPESP y a CNPq, por el apoyo al financiamiento del proyecto y por el auxilio para la participación en el evento.

REFERENCIAS

1. SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, v. 28, p. 902-906. ISSN 0101-2061
2. BAMFORTH C. W. Brewing. Cambridge, England: Woodhead, , 2006, p. 427-460.
3. STEWART, G. G. A Brewer's delight. Chemistry and Industry, 2000, p. 706-709
4. ENGELMANN, J.; MIEDANER, H. Métodos de producción de cerveza: matérias primas y aditivos de uso corriente. Brewing and Beverage Industry Español, 2005, n. 3, p. 10-16.
5. DRAGONE, G., SILVA, T.A.O., ALMEIDA e SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. Bebidas Alcoólicas, 2a. Ed. São Paulo Edgard Blucher, 2016, p. 51-84.
6. BORZANI, W. Cinética de processos fermentativos. Revista Brasileira de Engenharia, 1986, v. 3, n. 2, p. 61 ISBN: 9788521209553
7. ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2003, v. 23, n. 2, p. 121-128
8. CARVALHO, G. B. M. Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante. 2009. 163f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial - Conversão de Biomassa) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo (USP), Lorena - SP, 2009.
9. SENAI. Conheça a cerveja. Rio de Janeiro: Setor de Documentação Bibliográfica do CENATEC de Produtos Alimentares do SENAI – DR/RJ, 1997.
10. DE ROUCK, G. System changes in wort production for the improvement of the flavor stability of lager beer. 2013. 135f. Thesis (Doctor in Bioscience Engineering) – Faculty of Bioscience Engineering, KU Leuven, Belgium, 2013.

INFORMÁTICA

ACTUALIDAD MUNDIAL DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

WORLDWIDE DEVELOPMENT OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEMS

Vargas, I.*; Estupiñán, S.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), AZCUBA.
www.icidca.azcuba.cu
Email: irina.vargas@icidca.azcuba.cu*

RESUMEN

Se presenta el estado del arte de los sistemas de gestión del mantenimiento industrial en el mundo y en Cuba en particular. Se exponen los resultados de una comparación realizada entre algunos de estos sistemas: sus características informáticas, funciones específicas orientadas a gestionar el mantenimiento y los sectores para los cuales fueron diseñados. Se muestran los indicadores definidos en la comparativa que debe seguir el sistema MainPack en sus nuevos desarrollos para cumplir con las exigencias de la gestión del mantenimiento en la industria azucarera y en fábricas de otros sectores.
PALABRAS CLAVE: GMAC, Software, Gestión del Mantenimiento

ABSTRACT

The state of the art of industrial maintenance management systems in the world and in Cuba in particular, is presented. The results of a comparison are presented among some of these systems: their computer features, specific functions oriented to maintenance management and the sectors for which they are designed. It shows the indicators defined in the comparison that the MainPack system must follow in its new developments to meet the requirements of maintenance management in the sugar industry and factories in other sectors.
KEY WORDS: CMMS, Software, Maintenance Management

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a garantizar y mejorar los indicadores de diseño de los activos fijos como son: vida útil, fiabilidad, rendimiento y calidad con el fin de producir bienes y servicios.
La gerencia en el proceso de mantenimiento implica desarrollar sus funciones bajo cualquier sistema de dirección y mejorar diariamente sus indicadores, con la introducción de nuevos conceptos técnico-organizativos y herramientas que eleven la disponibilidad industrial.
La industria azucarera cubana cuenta actualmente con la herramienta MainPack. Esta es una aplicación informática para la gestión del mantenimiento industrial y las reparaciones. Catalogado como un sistema de gestión aplicado al mantenimiento –GMAO, GMAC o CMMS1 –, proporciona informaciones que permiten obtener un aumento de la rentabilidad de la empresa, una utilización más eficiente del factor humano, materiales disponibles, y mejoras en el desempeño y fiabilidad de los equipos industriales.
Con el objetivo de comparar este sistema con otros existentes se estudió el estado del arte de los sistemas de gestión del mantenimiento industrial en el mundo y en Cuba en particular.
El estudio se centró en las funcionalidades que actualmente se están desarrollando para estos sistemas y las formas en que llega al usuario para su explotación (despliegue), con vistas a tener un paradigma a seguir en

[1]**CMMS**, por sus siglas en inglés, *Computerized Maintenance Management System*, sistema de gestión del mantenimiento asistido por computadora. **GMAO o GMAC**, en español, Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador o Computadora. En Latinoamérica es más usado el término GMAC que el GMAO, más usado en España y Francia.

el desarrollo de nuevas prestaciones para el MainPack y además, para saber cuán competitivo puede ser este software en Cuba y en el mercado internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis documental para la recuperación, estudio y valoración de la bibliografía pertinente, relacionada con la temática de estudio. Selección de indicadores para el posterior análisis comparativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas GMAC son herramientas informáticas que ayudan en la gestión de los servicios de mantenimiento de una empresa. Contienen una base de datos con información útil para gestionar el mantenimiento de los activos y propiedades de dichas organizaciones [1].
También se emplea para la toma de decisiones durante el proceso de mantenimiento, por ejemplo: el cálculo del coste de la reparación de avería de la máquina frente al mantenimiento preventivo para cada máquina, que puede dar lugar a una mejor asignación de los recursos.
Algunas de las soluciones existentes están enfocadas a mercados específicos (mantenimiento de flotas de vehículos, centros de salud, etc.) aunque también existen productos orientados a un mercado general.
Como explica García Garrido [2] un paquete estándar incluye algunas o todas de las siguientes funcionalidades: órdenes de trabajo; mantenimiento preventivo; gestión de activos; recursos humanos; control de inventarios y seguridad; y "debe aportar toda una serie de indicadores que permitan conocer al usuario del sistema si todo va bien o si hay aspectos que pueden ser mejorados" [3].
Como resultado de la comparación efectuada entre algunos de estos sistemas, se exponen sus características informáticas, funciones específicas orientadas a gestionar el mantenimiento y los sectores para los cuales fueron diseñados. (Figura 1)

Nombre del sistema	Firma	País	Tipo	Despliegue
Maintenance Pro	Innovative Maintenance Systems	E.U	CMMS, FMS	Aplicación cliente-servidor
MP Software	Técnica Aplicada Internacional S.A.	México	CMMS	Aplicación cliente-servidor
DirectLine	Megamation Systems	E.U	CMMS/EAM	Web Based + Mobile
MicroMain Maintenance Software	MicroMain Corporation	E.U	CMMS/EAM, FMS, CPS	Web Based + Mobile También oferta Instalaciones locales para ser usadas por la Intranet de los clientes (+ cara)
Maintenance Assistant	Maintenance Assistant Incorporated	E.U	CMMS	Web Based + Mobile Es basado en la nube
ManWinWin Software	ManWinWin Software	E.U	CMMS	Web Based + Instalaciones locales
MaintenanceEDGE	FacilityDude	E.U	CMMS	Web Based

Fig.1. Sistemas GMAC estudiados

En los sistemas de gestión del mantenimiento estudiados se analizaron varias funcionalidades como indicadores de comparación y se precisó cuántos de estos softwares las incorporan:

- Todos realizan el control y descripción de activos (equipos), llevan costos, gestionan órdenes de trabajo y usan reportes y gráficos para representar información.
- Se incluyen escasamente las funcionalidades relacionadas con la calibración, lubricación, gestión de llaves y válvulas, mantenimiento predictivo, inspecciones, seguimiento del mercado MRO, gestión de

materiales peligrosos y gestión de proyectos, seguridad y salud y gestión de almacén pues la cantidad de recurrencias es 1 para cada indicador. No obstante, estos indicadores aportan robustez al conjunto de funcionalidades que estos paquetes incluyen.

- Precio: En la mayoría de los casos el precio no está especificado. Solo en algunos como *MaintenanceAssistant* y *MicroMain Maintenance* Software se ofrecen valores.

En la Figura 2 se muestran los indicadores definidos en la comparativa que cumple la versión 10 del MainPack y aquellos a los que deben estar dirigidos los nuevos desarrollos de este sistema de gestión del mantenimiento para la industria azucarera cubana.

Incluido	No incluido
Control y descripción de activos (equipos)	Gestión de calibración
Inventario	Gestión de llaves y válvulas
Lubricación	Acceso a dispositivos móviles
Calendario de planificación	Gestión de proceso/Procedimiento
Mantenimiento preventivo	**Compras**
Mantenimiento predictivo	Inspecciones
Historial de mantenimiento	**Abastecimiento/Vendedores**
Costos	Contratos
Cronograma de mantenimiento	Sistema de monitoreo de control (sensores)
Seguimiento de la historia del servicio	Seguimiento de mercado de MRO
Gestión del técnico	**Gestión de herramientas y moldes**
Gestión de órdenes de trabajo	Gestión de materiales peligrosos
Uso de roles y usuarios	Gestión de documentos(incluye Procedimientos estándares y de seguridad)
Reportes y gráficos	Gestión de proyectos
Gestión de piezas de repuestos	Seguridad y salud (prevención de accidentes de trabajo)
Integración con otros sistemas	
Gestión de flota	
Control de almacén	

Fig. 2 Comportamiento de indicadores en la versión 10 del MainPack

Como puede observarse en la figura 2, MainPack incluye una buena parte de los indicadores escogidos para la comparación, 18 de los 33.

También hay que perfeccionar el desarrollo de otros, como son:

Gestión del técnico: Profundizar más en las especializaciones de la mano de obra. Ejemplo: aquel mecánico que sea el mejor reparando válvulas, se debe tener registrado en el sistema.

Gestión de flotas: La gestión de flotas se realiza a partir del mantenimiento preventivo planificado (MPP), mediante el control del kilometraje del vehículo. Esto se puede hacer de forma más específica y detallada.

Control de almacén: Es el control solo de los materiales relacionados con el mantenimiento y se realiza a través de las órdenes de trabajo. No hay relación con los sistemas que controlan totalmente el almacén.

No incluidos:

Compras: Existe un módulo de requisiciones (órdenes de compra) que puede ser activado y adaptado a las condiciones de explotación del MainPack.

Abastecimiento/Vendedores: Esta funcionalidad también puede activarse y desarrollarse pues está muy relacionada con el módulo de requisiciones.

Gestión de herramientas y moldes: También existe un módulo Pañol que se corresponde con este indicador y puede activarse y desarrollarse posteriormente.

Independientemente de la comparación realizada con sistemas GMAC foráneos se analizaron características de otros sistemas nacionales. La mayoría cumple con las funcionalidades de los paquetes estándar pero están enfocados hacia sectores específicos, como por ejemplo el sistema informático *Mantenimiento* que está personalizado para Labiofam y *SIMANT* para la Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas.

Por su amplio alcance se trataron similitudes y diferencias entre MainPack y *SGestMan* [4], un sistema para la gestión del mantenimiento, desarrollado por la empresa cubana Gamma e implantado en varios sectores

industriales de Cuba y el extranjero. Su versión de escritorio tiene muchos puntos en común y algunas prestaciones en las que difiere con el MainPack. Actualmente está desarrollando una versión web con mejoras en la interfaz gráfica y en las funcionalidades existentes y la adición de nuevos módulos: Compras, Ventas, Logísticas y otros.

Aquellas funcionalidades vistas en los sistemas GMAC estudiados y no incluidas en el MainPack, deben tenerse en cuenta como desarrollo y proyección futura del sistema, como es el caso del acceso desde dispositivos móviles y la gestión de documentos relacionados con la gestión del mantenimiento, principalmente las normas usadas durante ese proceso.

CONCLUSIONES

MainPack, desarrollado en Cuba, específicamente para su industria azucarera, satisface los requerimientos de este sector y ahorra al país la compra de un sistema similar foráneo.

Se pretende aplicar el sistema en cualquier sector industrial, adecuándolo a los tipos de mantenimiento de los distintos procesos industriales.

La última versión del MainPack (11.0) se está desarrollando como una aplicación web que usa estándares abiertos e incluirá paulatinamente prestaciones identificadas en los GMAC estudiados, que fortalezcan el sistema y amplíen su alcance:

- Gestión del técnico: Profundizar más en las especializaciones de la mano de obra; ir hacia la gestión del conocimiento.
- Incluir convertidor de unidades para la planificación de materiales.
- Incorporar más gráficos representativos de planificación, control y resúmenes estadísticos.
- Mostrar reportes en dispositivos móviles (en una primera etapa de desarrollo del software).
- Perfeccionar la funcionalidad de la gestión de flotas.
- Facilitar la conexión del MainPack con otros softwares para un mejor control de almacén, de los datos económicos y del tiempo perdido industrial.
- Añadir gestión de calibración y gestión de llaves y válvulas.
- Compras, Abastecimiento/Vendedores: Mejorar el módulo de requisiciones (órdenes de compra) y adaptarlo a las condiciones de explotación del cliente.
- Gestión de herramientas y moldes: Perfeccionar el módulo Pañol que ya existe.
- Gestión de contratos
- Gestión de materiales peligrosos.
- Gestión de documentos relacionados con la gestión del mantenimiento.
- Gestión de proyectos.
- Seguridad y salud (prevención de accidentes de trabajo relacionados con los equipos de la fábrica).

REFERENCIAS

[1] Reyes Velázquez, E. «Los sistemas GMAC y su aplicación por administradores del transporte en Cuba», *Monografías.com*. [En línea]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos94/sistemas-gmac-y-su-aplicacion-administradores-del-transporte-cuba/sistemas-gmac-y-su-aplicacion-administradores-del-transporte-cuba.shtml.

[2] García Garrido, S. «Las 5 cosas que debe hacer un GMAO o (CMMS)», *Renovetec*. [En línea]. Disponible en: http://mantenimiento.renovetec.com/software-de-mantenimiento/126-5-claves-de-un-gmao.

[3] _____. «Indicadores de mantenimiento (KPI)», *Renovetec*. [En línea]. Disponible en: http://mantenimiento.renovetec.com/organizacionygestion/118-indicadores-de-mantenimiento.

[4] Rodríguez Ramírez, J. A. «SGestMan: Tecnología de Gestión de Mantenimiento para Industrias», presentado en Cubaindustria 2016. II Congreso Mantenerg, Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, jun-2016.

METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIONES EN LA INDUSTRIA AZUCARERA MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

METHODOLOGY FOR THE PLANNING OF THE PROCESS OF REPAIRS IN THE SUGAR INDUSTRY BY MEANS OF THE INVESTIGATION OF OPERATIONS

Autora: Dra. C. Yaritcet Jiménez Argota.
Filiación de la autora: Centro de Estudios de Investigaciones Económicas Aplicadas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
e-mail: yaricet@cug.co.cu

RESUMEN

Las reparaciones de un central azucarero representan procesos decisivos para el buen desarrollo y posterior aprovechamiento de la capacidad industrial instalada. El objetivo general de la investigación es diseñar una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera, definiendo como objeto de estudio la Investigación de Operaciones. La novedad científica radica en la adaptación de un modelo de Programación Reticular desde la óptica de la modelación económico- matemática a partir de las características particulares de las reparaciones. Al mismo tiempo, se aporta un nuevo enfoque para la planificación de las reparaciones en la industria azucarera mediante la nivelación de los recursos. La aplicación y validación de un modelo de Programación en Entero para la nivelación de los recursos seleccionados, posibilitó la obtención de la mejor variante entre las alternativas existentes, representando ahorros significativos en los niveles de eficiencia para la industria.

PALABRAS CLAVE: planificación, optimización, nivelación de recursos, Programación en Enteros, Reparaciones e Industria azucarera.

ABSTRACT

The repairs of a sugar power station represent decisive processes for the good development and later use of the installed industrial capacity. The general objective of the investigation is to design a methodology for the planning of the process of repairs in the sugar industry, defining like study object the Investigation of Operations. The scientific novelty resides in the adaptation of a model of Reticular Programming from the optics of the economic modulation - mathematics starting from the characteristics peculiar of the repairs. At the same time, a new focus is contributed for the planning of the repairs in the sugar industry by means of the leveling of the resources. The application and validation of a model of Programming in Integer for the leveling of the selected resources, facilitated the obtaining of the best variant among the existent alternatives, representing significant savings in the levels of efficiency for the industry.

KEY WORDS: planning, optimization, leveling of resources, Programming in Whole, Repairs and sugar Industry.

INTRODUCCIÓN

La obsolescencia de los equipos en la producción azucarera en Cuba ha traído consigo el incremento del tiempo perdido total y con ello la afectación de los principales indicadores económicos. Si se tiene en cuenta que una hora perdida cuesta $1 133,00 [1], es necesaria la planificación del programa de reparaciones para lograr mayor eficiencia empresarial. Además, el costo de las reparaciones ocupa hasta un 14% del costo de

[1] Dato obtenido de los informes de zafras al dividir el costo total del tiempo perdido entre el número de horas perdidas.

producción de azúcar[2], lo que hace sugerir la búsqueda de instrumentos de perfil científico que, apoyándose en las experiencias acumuladas en el sector, permitan modelar un proceso productivo tan complejo en el que están presentes numerosas variantes.

El análisis de los resultados referidos conduce a considerar como situación problemática el incremento de las paradas por roturas imprevistas una vez comenzada la zafra, que provoca incremento de los gastos y disminución de la producción de azúcar, motivado, en primer lugar por la falta de una planificación adecuada en el proceso de reparaciones, en segundo lugar por la falta de recursos materiales y financieros necesarios y en tercer lugar por la obsolescencia de los equipos en la industria, lo cual trae como resultado la mala calidad de las reparaciones. Se identifica como **problema científico:** ¿Cómo perfeccionar el proceso de planificación de las reparaciones en la industria azucarera?.

Objetivo general: diseñar una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera. La **justificación de la investigación** radica en abordar un problema práctico relacionado con la necesidad de perfeccionar el proceso de reparaciones que permita reducir el tiempo perdido en la industria y disminuir los costos de producción de azúcar, lo que constituye actualmente una prioridad para el grupo empresarial AZCUBA. El resultado de este trabajo constituye uno de los primeros pasos para garantizar un cambio en la planificación de las reparaciones en la industria azucarera que propicie minimizar los costos y lograr mejoras en los indicadores de eficiencia.

Métodos y técnicas:

Entre los métodos de investigación empleados se encuentran: el histórico – lógico para comprender la evolución histórica del desarrollo de la industria azucarera, permitiendo la comprensión de su lógica interna, sin lo cual resulta imposible conectar el pasado con el presente y anticipar el desarrollo ulterior de los fenómenos; el análisis y síntesis para la caracterización del objeto y campo de acción de la investigación a partir de la búsqueda en la literatura nacional y extranjera más actualizada, y la consulta a expertos del sector azucarero para la elaboración del marco teórico referencial de la investigación, además de otros métodos empíricos, tales como la observación y la comparación para el análisis y modelación del objeto de investigación. Fueron empleadas técnicas econométricas como el coeficiente de concordancia de Kendall para medir el grado de afinidad entre los expertos, la Programación en Entero para la formulación de un modelo de nivelación de recursos para determinar la variante de recurso óptima en función de las actividades críticas y no críticas en las reparaciones de la industria a partir de la aplicación de la Programación Reticular. Se utilizan programas profesionales de computación novedosos como el WINQSB v.2[3] y el HIPERLINDO[4] para abordar la solución del problema.

Novedad científica

- La adaptación de un modelo de Programación Reticular desde la óptica de la modelación económico-matemática a partir de las características particulares de las reparaciones. Al mismo tiempo, se aporta un nuevo enfoque para la planificación de las reparaciones en la industria azucarera mediante la nivelación de los recursos y el procesamiento de la base informativa.

Novedad metodológica

- Se aporta una metodología para la planificación del proceso de reparaciones en la industria azucarera, la creación de la base informativa y solución mediante el sistema informático correspondiente para reducir el tiempo perdido por concepto de roturas, sin antecedentes en la literatura científica.

Novedad práctica

[2] Gasto total por tonelada de azúcar a producir por concepto de reparaciones. Este indicador incluye materiales, salarios, gastos de fuerza de trabajo y otros gastos indirectos.
[3] Sistema automatizado para obtener el camino crítico de las áreas que compone el proceso de producción de azúcar.
[4] Sistema automatizado para la obtener el costo mínimo de acuerdo con modelo económico- matemático formulado para la nivelación de los recursos.

- La validación e implementación gradual de la metodología diseñada a partir de los elementos esenciales de la metodología de la Investigación de Operaciones para el proceso de planificación de las reparaciones en la industria azucarera.

CAPÍTULO I: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad, se percibe que la actuación de la sociedad industrial está en proceso de cambio, para ello encontrar la variante de realización de las reparaciones que satisfaga las expectativas de la producción de azúcar con el mínimo de costos y mayor ahorro de recursos es un proceso muy complejo. En este contexto tiene lugar la aplicación de la Metodología de la Investigación de Operaciones, perfectamente adaptable a la complejidad del proceso de reparaciones en la industria azucarera (Jiménez, 2014). Para ello se cuenta con una serie de pasos clásicos que han sido modificados y organizados en tres fases: diagnóstico, formulación del modelo y generación y evaluación de la solución, recogidas en un diagrama de flujo para la implementación de la metodología propuesta a partir de la experiencia de la autora.

La información primaria para el desarrollo del modelo económico-matemático se obtuvo de los sistemas informáticos MAINPACK 32, lineamientos nacionales y provinciales de AZCUBA y Empresa Azucarera Provincial respectivamente, sobre todo, de criterios de expertos de la UEB central azucarero "Argeo Martínez". La solución del modelo, a pesar de que las variables son binarias, utiliza el sistema profesional HIPERLINDO, debido a la gran cantidad de restricciones y variables por enfrentar.

Considerando el inconveniente natural que supone para los productores el manejo de este sistema, se viabilizará su introducción en la práctica productiva a partir de la complementación de la solución obtenida con el MAINPACK 32[5]. La obtención de la ruta crítica, así como las holguras libres y totales se determinarán mediante el sistema informático profesional WINQSB v 2, cuyos resultados se ofrecen a los decisores para mejor planificación de las actividades durante las reparaciones.

CAPÍTULO II. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA DISEÑADA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIONES DE LA UEB CENTRAL AZUCARERO "ARGEO MARTÍNEZ"

Según lo expuesto por Jiménez A., Rodríguez B. (2015), el método PERT aporta los elementos necesarios para conformar el método del camino crítico utilizado en el proceso de las reparaciones de la UEB objeto de estudio. Se tiene en cuenta el listado y precedencia de las actividades en cada una de las áreas y sus respectivos tiempos de ejecución: mínimo, máximo y más probable, a partir de los cuales se aplica la distribución Beta para determinar el tiempo medio esperado para cada actividad.

La aplicación del método PERT permite además el análisis de la compresión de tiempo, cuyo objetivo es ofrecer al que dirige el programa una herramienta para conocer cuál sería el costo óptimo cuando se requiere reducir el tiempo total de reparaciones por motivos que conciernen al inicio de la zafra venidera. Independientemente de que no fue necesaria su utilización en la zafra 13-14, se presentan los resultados para el área de generación de vapor los que pueden ser necesarios para futuras aplicaciones.

Solución del modelo a través del programa HIPERLINDO. Interpretación de los resultados y análisis económico integrado

En sentido general el modelo selecciona el momento de comienzo de la actividad que tiene el menor costo de mano de obra directa, teniendo en cuenta la restricción de unicidad. La restricción de secuencia de las actividades se cumple para las actividades críticas y para las actividades no críticas, obliga a escoger la fecha de comienzo de la restricción de consumo material correspondiente a la restricción de mano de obra directa.

[5] Sistema automatizado para la organización y control del mantenimiento y las reparaciones en las fábricas de azúcar, versión 8.0, compuesto por un grupo de procedimientos relacionados entre sí orientados hacia la caracterización y comportamiento del equipamiento fabril.

El modelo planteado en el área de generación de vapor obtiene la solución óptima en la iteración número 87, con un costo mínimo de 105 667,00 MN, resultado que comparado con el gasto de las reparaciones planificado para este centro de costo (133 904,00 pesos en MN) para la zafra 2014 brinda un ahorro de 28 237 pesos MN, que representa un 21% de lo planificado. En la solución óptima se mantienen las actividades críticas en sus fechas programadas. El modelo es aplicado además a las áreas planta moledora y cristalización. El análisis dual derivado del sistema informático HIPERLINDO permitió conocer cuál es el valor imputado de los recursos limitantes, así como el incremento del costo si una actividad cambia su fecha de comienzo por alguna circunstancia.

CONCLUSIONES

1. Constituye una novedad científica la formulación y planteamiento del modelo económico-matemático de Programación en Entero para la nivelación de los costos para los recursos mano de obra directa y materiales resuelto mediante los sistemas informáticos profesionales WINQSB v.2 e HIPERLINDO, validada en la empresa azucarera Guantánamo.
2. La metodología propuesta posibilita, en una primera fase de implementación gradual, adecuar de forma rápida cualquier cambio que tenga lugar en el conjunto de actividades a realizar desde el sistema MAINPACK 32, a la vez que permite ubicar las acciones de organización y control de los recursos disponibles para mayor eficiencia en el proceso de reparaciones, demostrando ventajas concretas con respecto a la situación actual, lo cual da cumplimiento a los objetivos de la investigación y valida la hipótesis formulada.
3. La validación de la metodología en la UEB central azucarero “Argeo Martínez” permitió disminuir el gasto total de las reparaciones en un 3,9 % con respecto a lo planificado y el costo por tonelada de azúcar en 1,90 pesos en MN tomando como base para el cálculo la zafra 2014. Se obtiene un ahorro de 52 586,00 pesos en MN y de 57 817,00 pesos en MN para las zafras 2014 y 2015, respectivamente. Se reducen las paradas por roturas imprevistas a 8% y 7,4% del total de horas planificadas para estas zafras, lo cual satisface los objetivos de la investigación y valida la hipótesis formulada.

REFERENCIAS

1. Cipriano, M., Helio A. R. Mello, Raad Y. Qassim (2010). “Problemas de Programación de Proyectos con Restricción de Recursos (RCPSP) para el Montaje de Bloques en la Construcción Naval”, Brasil.
2. Jiménez A. (2014). Optimización del proceso de reparaciones en la UEB central azucarero "Argeo Martínez", de la provincia de Guantánamo, mediante la programación reticular. *Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente*. Vol. 5, pp. 248- 260.
3. Jiménez A., Rodríguez B. (2015). “Optimización del proceso de reparaciones de la UEB central azucarero “Argeo Martínez” de la provincia de Guantánamo, mediante la programación reticular”. *Revista ATAC (Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba)* ISSN: 0138-7553 No. 1/2015. pp 40-47.
4. Jiménez A., Rodríguez B. (2016). “Metodología de la Investigación de Operaciones para el proceso de reparaciones en la industria azucarera”. *Anuario de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oriente. ISSN: 2218-3639.* Vol. VII, pp 3-17.
5. Rodríguez B. (2012). Técnicas Cuantitativas para la toma de decisiones: Editorial Universitaria. Universidad Autónoma de Zacatecas ISBN 978-1-300-11765-0.
6. Taha, H. (2012). Investigación de Operaciones, (9na ed). Pearson Educación. México. ISBN: 978-607-32-0796-6. Editorial Prentice Hall.

SISTEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN CUBA

COMPUTER SYSTEM FOR THE EXTRACTION OF KNOWLEDGES ABOUT THE ALCOHOL PRODUCTION IN CUBA

Autor (es): Díaz, A.[1] *; García, L[2].

1. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
http://www.icidca.azcuba.cu
2. Universidad de La Habana. Facultad de matemática y computación.
http://www.uh.cu/matcom

* arnaldo.diaz@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Por su importancia la producción de alcohol debe controlarse de forma rigurosa. Los datos de la contabilidad alcoholera registran los indicadores industriales y contienen implícitamente conocimientos importantes. Aunque su estudio es determinante para controlar y mejorar el proceso productivo no se ha encontrado ninguna herramienta analítica que se ajuste al esquema tecnológico de las destilerías cubanas. Las herramientas del estado del arte requieren conocimientos que limitan su aplicación porque los analistas necesitan resultados simples, con los conceptos del dominio. Los partes de producción permiten realizar análisis limitados. El objetivo de este trabajo es ofrecer una herramienta para extraer conocimientos sobre la producción de alcohol en Cuba. Se presenta un sistema que extiende al software SISALCO para gestionar la contabilidad alcoholera y permite además realizar análisis estadísticos, predictivos, detectar patrones, anomalías y relaciones entre variables. Con este sistema los analistas cuentan con un apoyo a la toma de decisiones más oportunas.

PALABRAS CLAVE: Alcohol, analítica, conocimientos, patrones, anomalías.

ABSTRACT

Because of its importance, alcohol production must be rigorously controlled. The alcohol accounting data record the industrial indicators and implicitly contain important knowledge. Although its study is determinant to control and improve the productive process, no analytical tool has been found for the technological scheme of the Cuban distilleries. State-of-the-art tools require knowledge that limits their application because analysts need simple results, with domain concepts. The production reports allow limited analysis. The objective of this work is to offer a tool to extract knowledge about alcohol production in Cuba. A system is presented that extends SISALCO software to manage alcohol accounting and also allows statistical and predictive analysis, as well as detection of patterns, anomalies and relationships between variables. With this system, analysts have a tool to support more timely decisions.

KEY WORDS: Alcohol, analitic, knowledges, patterns, anomalies.

INTRODUCCIÓN

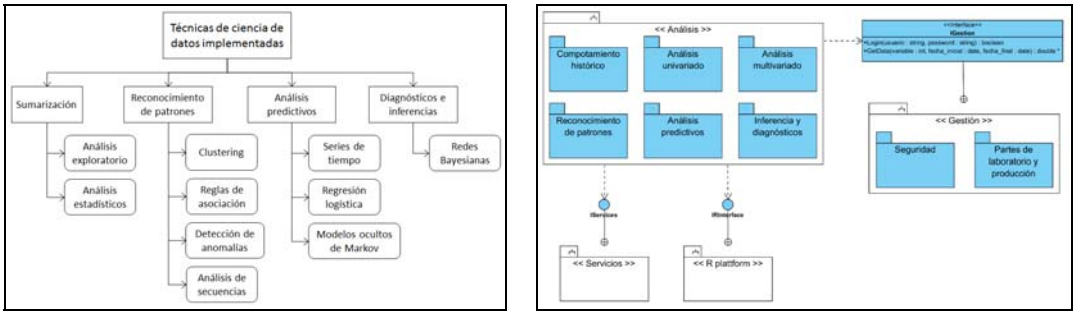
Por la importancia económica del alcohol el proceso de producción se controla mediante la contabilidad alcoholera, cuyos cálculos y partes diarios se instituyen actualmente en [1]. Los registros diarios de indicadores industriales contienen patrones de forma implícita, cuya extracción y formalización generan conocimientos con un valor práctico y teórico alto. Muchas destilerías cubanas limitan las tareas de análisis a técnicas estadísticas convencionales que permiten identificar comportamientos generales pero ignoran mucha

información útil para tomar decisiones. Se requieren además tareas de minería de datos para detectar relaciones implícitas y determinar eventos, intervalos representativos, realizar predicciones, inferencias y diagnósticos. Aunque estos análisis podrían mejorar el control alcoholero, no se ha encontrado en Cuba ninguna herramienta con este propósito. Los analistas estudian el proceso mediante partes diarios que se limitan a un día de producción o a una decena y no permiten interpretar el comportaimento histórico de las variables. Existen herramientas analíticas en el estado del arte, entre las más populares se encuentran Matlab, SPSS, Weka, Pentaho, Minitab, Statgraphics y R Plattform [2] [3]. Su aplicación se dificulta porque requieren conocimientos de estadística y de minería de datos, y los analistas requieren resultados rápidos, concretos y con los conceptos del dominio. Otra limitación es que hay que programar procedimientos para transformar los datos a los formatos exigidos por estos sistemas y eliminar inconsistencias. El software SISALCO [4] garantiza datos consistentes pero se requerirían conocimientos sobre modelos relacionales.

La no existencia de una herramienta analítica que complemente a la contabilidad alcoholera representa una situación problémica porque muchas deficiencias no se detectan oportunamente y crean daños significativos. Los datos que se envían diariamente a AZCUBA solo contienen los indicadores más generales y la mayor parte de la información se queda en la destilería y se dificulta mucho su recuperación. El **objetivo general** de este trabajo es crear un sistema para la extracción de conocimientos sobre los datos de la contabilidad alcoholera para ayudar a tomar decisiones más oportunas. Se propone un sistema que se integra con el software SISALCO para conformar una plataforma completa para gestionar la contabilidad alcoholera y monitorear el proceso mediante técnicas de ciencia de datos. Entre los objetivos específicos más relevantes se encuentran determinar las variables más importantes del proceso y ofrecer técnicas de ciencia de datos optimizadas para el proceso alcoholero y de fácil utilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una primera etapa se determinó que las variables son continuas y estaban dispuestas en series de tiempo con periodo diario. Existen relaciones de dependencia o de causa y efecto entre las variables, que pueden tener más de dos niveles. Entre las técnicas de ciencia de datos más eficientes que pueden aplicarse al dominio se encuentran: el análisis exploratorio y estadísticos para la **sumarización**; el clustering, reglas de asociación, detección de anomalías y análisis de secuencias para el **reconocimiento de patrones**; el pronóstico univariado de series de tiempo y multivariado mediante modelos logísticos y de Markov para el **análisis predictivo**; y los modelos bayesianos para las tareas de **inferencias y diagnósticos**. La **arquitectura del sistema** encapsula cada tipo de análisis en componentes dependientes del subsistema de gestión SISALCO, por lo que se parte de datos validados y se potencia la calidad de los resultados. Se depende además de la plataforma R [5], que ofrece un lenguaje de programación estadístico y ha permitido reutilizar algunos de los algoritmos más eficientes del estado del arte.



(a) (b)

Fig. 1 (a) Técnicas de ciencia de datos implementadas, (b) Arquitectura del sistema

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un sistema interactivo con interfaces gráficas que ocultan las complejidades matemáticas de las técnicas implementadas y ofrecen resultados en el lenguaje utilizado en la destilería, en formato analítico y gráfico. Se pueden analizar períodos de tiempo personalizados y establecer restricciones a las variables involucradas que permiten un ajuste eficiente a cada dominio.

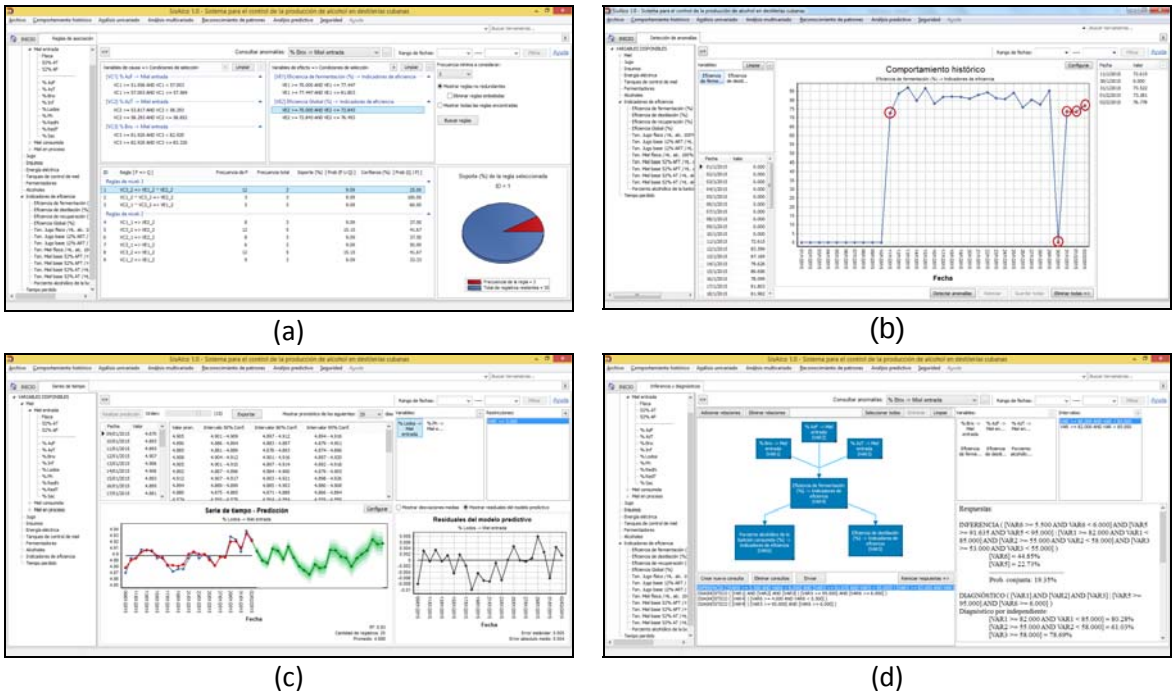


Fig. 2 Ejemplos de análisis de minería de datos: (a) Reglas de asociación, (b) Detección de anomalías, (c) Predicción de series de tiempo univariadas, (d) Inferencias y diagnósticos.

Para el proceso de producción de alcohol en Cuba, que se realiza hace muchos años, el principal valor práctico de las herramientas de minería de datos es contar con un mecanismo de monitorización sistemático para determinar la consistencia de las variables. Los eventos, predicciones o interpretación de relaciones permiten comprobar por métodos científicos la validez de los datos o detectar una deficiencia rápidamente, que es una necesidad aún insatisfecha. El sistema ofrece otras herramientas de apoyo. El análisis de clustering permite categorizar los datos para detectar los intervalos más representativos de las variables. El estudio de variables por intervalos puede en muchos casos tener más impacto en las decisiones que valores puntuales condicionados por fenómenos desconocidos. Determinar los intervalos más representativos permite localizar dónde dónde está la mayor cantidad de conocimiento implícito y agilizar los estudios sin perder calidad en los resultados.

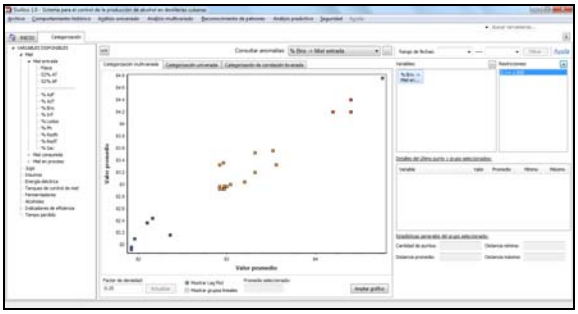


Fig. 3: Categorización de variables

Con este sistema el analista tiene amplias opciones de configuración, por lo que puede estudiar los intervalos que desee y así la pérdida de información importante puede ser mínima. Otras herramientas para sumarizar los datos permiten detectar los patrones más generales y constituyen la etapa inicial de muchos estudios. El sistema permite conocer estadígrafos de centralidad y dispersión, construir histogramas, gráficos de cajas de bigote, estudiar autocorrelaciones, conocer niveles de variabilidad mediante pruebas estadísticas ANOVA, construir modelos de regresión lineales y no lineales, analizar tendencias y realizar gráficos de control.

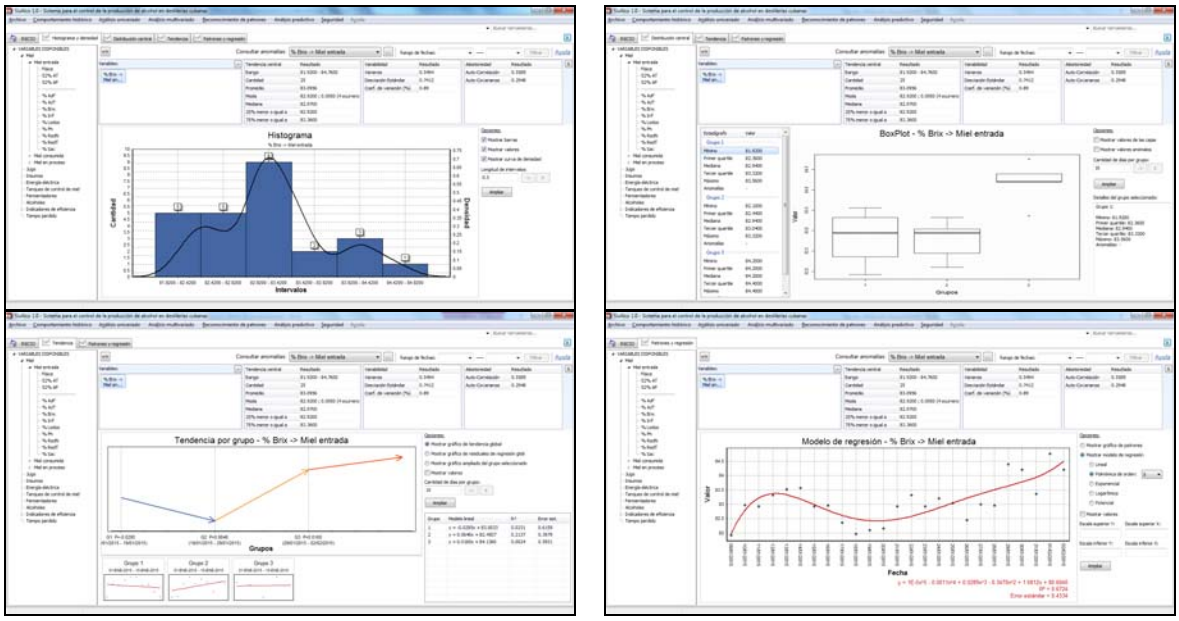


Fig. 4 Ejemplos de análisis descriptivos: (a) Histogramas, (b) Cajas de bigote, (c) Análisis de tendencias, (d) Modelos de regresión.

CONCLUSIONES

Se ofrece un sistema computacional eficiente para la extracción de conocimientos sobre la producción de alcohol en Cuba, que podría ajustarse a destilerías extranjeras. Con las herramientas de análisis como complemento a la contabilidad alcoholera, los analistas cubanos podrían contar por primera vez con un sistema completo para controlar y mejorar el proceso de producción y tener un apoyo a la toma de decisiones más oportunas. Con el procesamiento de las variables más importantes y la creación de herramientas sencillas se crean nuevas potencialidades para el análisis de información en todas las destilerías cubanas, que podrían introducirse en la gestión diaria de los diferentes niveles de control.

REFERENCIAS

1. Cuellar, H; Rodríguez, J; Estévez, R; Saura, G; Garit, C; de la Guarda, M. “Manual de cálculo para el control de la producción del alcohol”. ISBN: 978-959-7165-34-7. ICIDCA.

2. Top Statistical Analysis Software Products, http://www.capterra.com/statistical-analysis-software (2017).

3. Quora, a place to share knowledge and better understand the world, https://www.quora.com/What-are-some-of-the-best-data-analysis-tools (2017).

4. Díaz, A., Ribas, M. “Sisalco: nueva solución para la contabilidad alcoholera en destilerías cubanas”. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar, 2015, 49, 1, pp. 32-39.

5. Venables, W. N; Smith, Smith and the R Core Team. “An Introduction to R. A Programming Environment for Data Analysis and Graphics. Version 3.3.0”. 2015.

ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE USANDO EL MÉTODO DE MONTE CARLO, APLICADO A LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE UN CENTRAL AZUCARERO CUBANO

UNCERTAINTY ESTIMATION BY MONTE CARLO SIMULATION APPLIED TO LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) IN A CUBAN SUGAR MILL

Pedraza Garciga, J[a*]; Contreras, A. M[a]; Dewulf, J[b]; Rosa, E[a]; Van Langenhove, H.[b]; Santos, R[a].
a. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní, km 5 ½, Santa Clara. CP 54830, Villa Clara, Cuba.
b. Ghent University. Environmental Organic Chemistry and Technology (EnVOC). Ghent, Belgium.
* e-mail (juliop@uclv.edu.cu)

RESUMEN

Por cientos de años, el azúcar ha sido uno de los componentes más importantes de la dieta humana, universalmente reconocido. Su importancia estás relacionada a su contribución energética y a su poder edulcorante. El azúcar se produce en 121 países y aproximadamente el 70% se obtiene a partir de la caña de azúcar. El 30% restante se obtiene a partir de la remolacha. La base de datos ofrecida por la ***FAO, 2003*** muestra cómo la azúcar de caña ha sido el principal producto en la economía cubana a través de los años. En la literatura científica disponible es un tema poco tratado la consideración de las incertidumbres en la evaluación de los impactos ambientales generados por las diferentes etapas de la producción de azúcar. En este trabajo se usa la técnica de Monte Carlo (aproximación probabilística) para cuantificar y actualizar el cálculo de la incertidumbre en los resultados de una Evaluación del Ciclo de Vida aplicado al estudio de las incertidumbres presentes en una industria azucarera cubana.
PALABRAS CLAVE: incertidumbre, Evaluación del Ciclo de Vida, industria azucarera

ABSTRACT

For hundreds of years, sugar has been one of the most important components of the human diet universally used. Its importance is related to energy contribution in combination with the capacity to sweeten. Sugar is produced in 121 countries and approximately 70% is obtained from sugar cane. The remaining 30% is produced from sugar beet. The database offered by ***FAO, 2003,*** shows how cane sugar has been the principal product in the Cuban economy through the years. The available scientific paper that evaluates all environmental impact generated by the stages of sugar production considering the uncertainties is a subject few treated. In this study the Monte Carlo technique (probabilistic approach) is used to quantify and update the uncertainty in LCA results applied to the study of the uncertainties in a Cuban Sugar Mill Industry.
KEY WORDS: uncertainty, Life Cycle Assessment, Sugar mill industry.

INTRODUCTION

ISO 14044:2006 specifies requirements and provides guidelines for life cycle assessment (LCA) including definition of the goal and scope of the LCA. On the other hand, ISO 14044 defines the uncertainty analysis as "*a systematic procedure to quantify the uncertainty introduced in the results of a life cycle inventory analysis due to the cumulative effects of model imprecision, input uncertainty and data variability*". *Verones, F., 2007*, performed a characterization of the different types of uncertainties in LCA and suggested that ideally all types of uncertainties and variabilities should be covered in an LCA. *Walter, T, 2007,* highlighted in the importance in to make an uncertainty analysis in LCA. *Salve, J. L, 2008,* made an integral study about the sources of uncertainties, types of uncertainties, methods to assess it and he compared it. The aim of the present work was to apply the Monte Carlo simulation to quantify and update the uncertainty in LCA results applied to the study of the uncertainties in a Cuban Sugar Mill Industry considering two technological alternatives. Monte Carlo Method was employed with 1000 iterations.

MATERIALS AND METHODS.

The two alternatives studied are shown in Figure 1. Alternative I is the conventional sugar production in Cuba. It is characterized by the use of synthetic fertilizers, pesticides, fresh water irrigation, traditional planting and harvesting. The bagasse is used for the combustion in order to produce steam and electricity. The electricity production satisfies the sugar mill requirements and the rest is distributed along the National Network. The agricultural wastes and molasses from industrial stage are used as animal food (avoided product, i.e. it avoids the production from virgin resources) and wastewater from sugar mill is discharged into surface water bodies causing pollution. The ashes from bagasse combustion and filter cake are disposed onto the soil. Alternative II is similar to the first one but it considers the use of wastewater for ferti-irrigation, filter cake and ashes for the substitution of synthetic fertilizers. These chemical products are urea, triple super phosphate and potassium chloride. The system boundaries for all alternatives are shown in Figure 2.

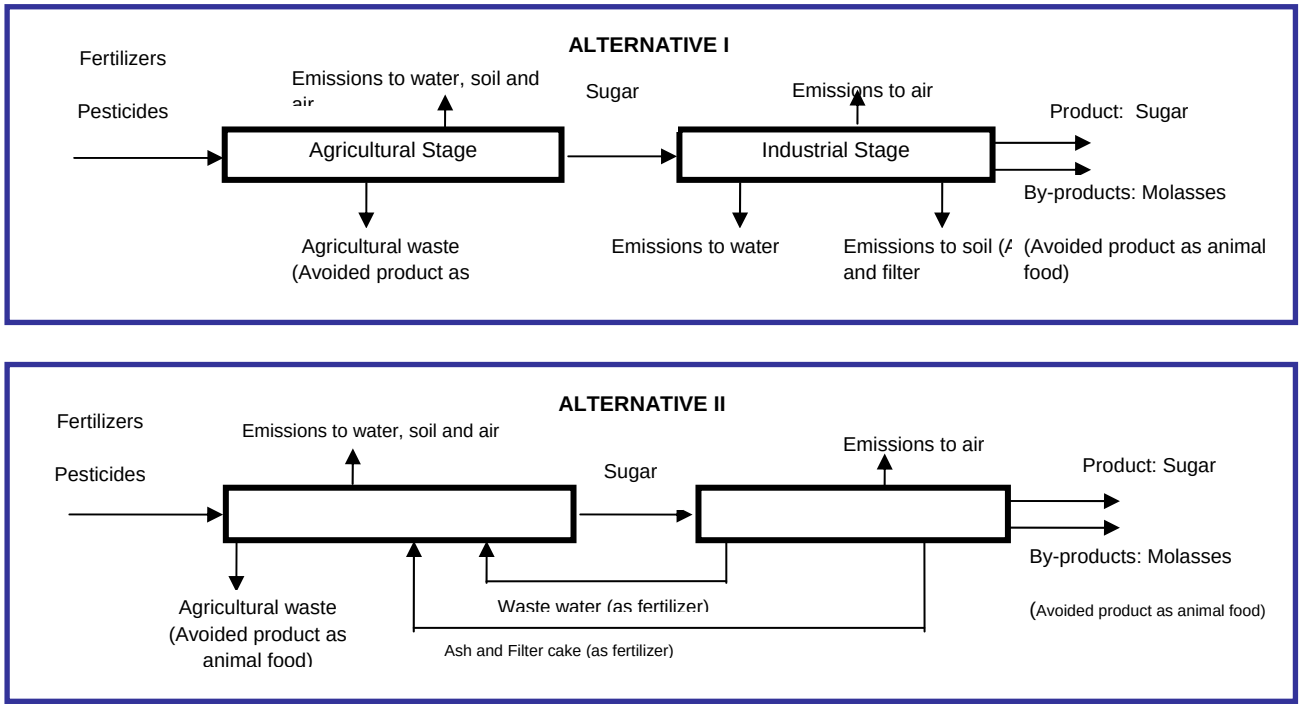


Fig. I. Scheme of Alternatives I and II.

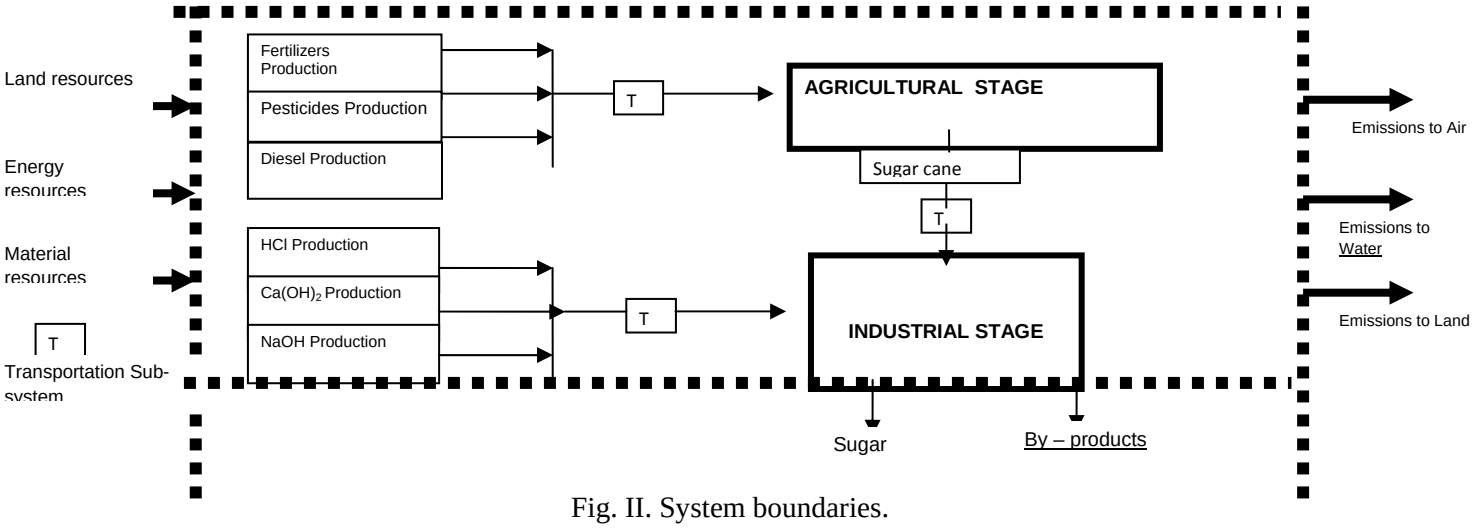


Fig. II. System boundaries.

The inventory data were obtained from consumption in the agricultural stage and from the local agricultural enterprise reports. The solar energy was calculated so as to Cuban conditions according to a data base [***University of Massachusetts, 2002***]. The methodology for estimating greenhouse gas emissions from ***EPA, 1997*** was used calculating N_2O emissions. In the industrial stage the sources of data for the primary inventory was the material and energy balances, data from the Manual of By-products of Sugar Cane [***ICIDCA, 1986***]. Emissions were calculated from factors according to the bagasse combustion emission data [***EPA, 1997***]. The data was collected from its daily report datasheet. The system under study consisted of one cane sugar mill in the central region of Cuba.

Probability distributions can be defined by various functions depending on the information and data available. The most common distributions are the uniform, triangular, normal and lognormal and it is employed by SimaPRO software (***SimaPro 7, 2006; SimaPro 7.1, 2007).*** The analytical approach requires that the distribution of the uncertain variables in the model be described mathematically. Then the equations for these distributions are combined analytically according to the model to derive the resulting function, which describes the distribution of the possible outcomes. Monte Carlo simulation randomly selects values for each parameter in the model, based on the probability of that value occurring for the specific parameter. It then obtains the system or model response. The sequence is performed many times. Each repetition will result in a value for the system response, and these responses will be used to construct the probability distribution of the final outcome. The number of iterations in Monte Carlo simulation depends on the required level of accuracy and the available computing power. The larger the number of iterations, the better the result, until the simulation starts to converge and any additional iteration does not affect the final distribution.

RESULTS Y DISCUSION

For the Agricultural stage were considered as uncertain variables for both alternatives: Potassium, Triple phosphate and Urea. For the Industrial stage were considered as uncertain variables for both alternatives: Filter cake, molasses and lime. For the objectives of comparison between both alternatives, in this paper was only considered the uncertainty in molasses and in all primary data. The following table summarizes all statistical results obtained.

Table No. I. Statistical Summary. Uncertainty Variables.

Uncertain Variable	Mean	Standard Deviation	Variance	Variation Coefficient
Urea (kg)	9991,45	2535,2	6,43E+06	25,37%
Potasium (kg)	8827,41	1971,34	3,88E+06	22,30%
Triple Phosphate (kg)	2828,34	667,256	445 231	23,59%
Molasses (ton.)	159,838	41,04	1684,39	25,67%
Filter Cake (ton.)	99,73	26,877	722,371	26,90%
Waste Water (ton.)	880,95	198,048	39 223,1	22,40%
Ash (ton.)	3,9561	0,9677	0,9365	24,40%

For the objectives of comparison between both alternatives, in this paper was only considered the uncertainty in molasses.

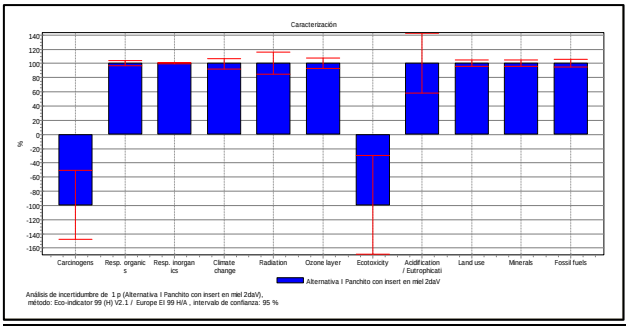


Fig. III. Results for Alternative I with uncertainty in molasses.

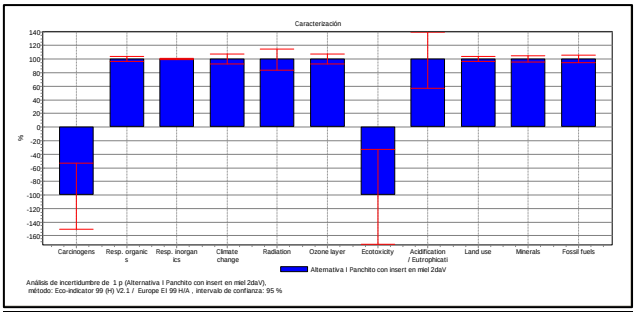


Fig. IV. Results for Alternative II with uncertainty in molasses.

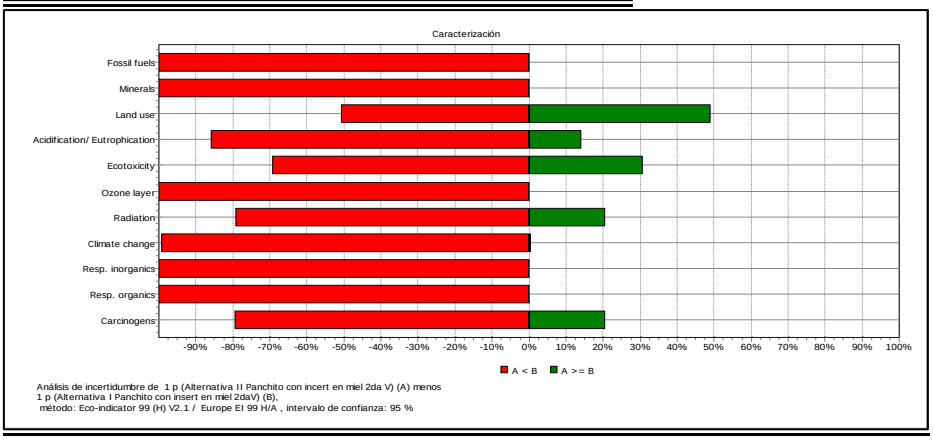


Fig. V. Monte Carlo results of the comparison between Alternative II with uncertainty in molasses (A) with Alternative I with uncertainty in molasses (B), showing results of uncertainty assessment.

A Figure V shows the Monte Carlo results of a comparison between Alternative I and Alternative II with uncertainty in molasses. In this figure the number of outcomes where A has a higher score than B is shown per impact category. This allows us to see whether the differences shown in the previous figure are indeed significant. In general we can assume that if 90 to 95% of the Monte Carlo runs are favorable for a product, the difference may be considered significant. Applying this rule means that the difference between the two alternatives are not significant for Land Use, Acidification, Ecotoxicity, Radiation and Carcinogens.

CONCLUSIONS

1.- The primary values considered for this work have Coefficients of Variation between 22 y 27%, showing the high variability and uncertainty in the operations conditions in the Cuban Sugar Mills. These values are propagated across the models in SimaPro software provoking the uncertainties in the outcomes.

2.- The uncertainties in Molasses are those that more affects to the different impact categories, with high uncertainties, in general, for Acidification, Ecotoxicity, followed by Carcinogens and Fossil Fuel with lower estimates of uncertainties

3.- Monte Carlo results of the comparison between Alternative II and Alternative I with uncertainty in Molasses show that there are not significant differences for the impact categories of Land Use, Acidification, Ecotoxicity, Radiation and Carcinogens. The Alternative II with uncertainty is always better than Alternative I with uncertainty, independently of the existence or not of significant differences for the impact categories, corroborate the results obtained by ***Contreras, 2007*** in her Doctoral thesis.

REFERENCES

NC ISO 14044. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. 2006.

Verones, F. Application of Uncertainty and Vari-ability in LCA. Part I: A General Framework for the Analysis of Uncertainty and Variability in Life Cycle Assessment. October 2007.

Walter, T. Evaluating Uncertainty in Environ-mental LCA, October 11, 2007.

Salve, J. L. Dealing with uncertainties in Life Cycle Assessment for emerging technologies. Test case: LCA of Silicon Thin-film PV Master's thesis in Environmental Sciences. School of Science, Open University of the Netherlands. June 2008.
University of Massachusetts, 2002. En http://energy.caeds.eng.uml.edu/
EPA (Environmental Protection Agency): Guid-ing Principles for Monte Carlo Analysis. EPA/630/R-97/001, Risk Assessment Forum, Washington DC, USA, 1997.
ICIDCA. La industria de los derivados de la caña de azúcar. Editorial Científico Técnica. La Habana, 1986.
SimaPro 7. "Introduction to LCA". En http://www.pre.nl/software.htm, June 2006.
SimaPro 7.1. Tutorial. En http://www.pre.nl/software.htm, June 2007.
Contreras Moya, Ana. Life Cycle Assessment combined with exergetic analysis in Cane Sugar analysis. Ph.D. Thesis, Santa Clara, Cuba, 2007.

UNA SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA FACILITAR EL DIAGNÓSTICO EN FÁBRICAS DE AZÚCAR
SOFTWARE TO FACILITATE THE DIAGNOSING IN SUGAR FACTORY

Ramón Rodríguez Expósito, Gerardo Junco Fernández
Sugar Advice
Email: rerefl2003@hotmail.com
rerefl2003@yahoo.es

RESUMEN
El paradigma de la gestión empresarial moderna gira en torno a la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, donde se requiere información precisa y oportuna para alcanzar el éxito.
El proceso de fabricación de azúcar no escapa de esta realidad, exigiendo en paralelo diagnosticar no solo disfunciones, sino un grupo de reservas, que sin lugar a dudas están presentes y cuyo adecuado tratamiento puede dar lugar a la obtención de mayores ingresos.
Ante tal reto, los software SOFTACHO y DECFA, sustentados en la modelación de variables del proceso y una estructura modular, han mostrado su funcionalidad, sustituyendo valoraciones de equipos de expertos. Su aplicación y perfeccionamiento continuo durante doce años, muestra resultados significativos en:

- ✓ Incremento del recobrado industrial.
- ✓ Minimizar la expresión de indeterminados.
- ✓ No consumo de combustible adicional.
- ✓ Disponibilidad de reserva de bagazo para otros fines.
- ✓ Mejoras en la calidad de los azúcares.

Palabras clave: sacarosa, eficiencia, reserva.

ABSTRACT
Modern business management's paradigm turns around of the taking of decisions in the middle of an uncertainty environment, where precision and opportune information is required to reach success.
Sugar production is not far away from than kind of reality. It demands not only the diagnosing on single operational problems, but of reservations which are the present and whose appropriate treatment can give the chance to the obtaining more revenues.
In front such a challenge SOFTACHO and DECFA software, sustained on the variables modeling of the of the process plus its modulate structure, have shown their functionality, replacing the valuations of expert's teams. Their application and systematic improvement during twelve years, shows significant results expressed by:

- ✓ Increase overall recovery.
- ✓ Reduction indeterminate expression
- ✓ Lack of extra fuel consumption.
- ✓ Readiness of sugar cane fiber to use for other purposes.
- ✓ Sugar's quality improvement.

Key words: sucrose, efficiency, reservation.

INTRODUCCIÓN

Almacenar azúcar en las plantaciones cañeras es un proceso donde intervienen muchos factores y recursos. La efectividad en la integración de los mismos genera la producción de una cantidad de caña con un determinado contenido de sacarosa, el cual debe ser medido por unidad de superficie cultivable por año, siendo este el punto de partida para calcular los niveles de aprovechamiento que permiten un verdadero enfoque integral en la valoración de la eficiencia en el proceso de obtención de azúcares.
En la práctica azucarera es factible recuperar sacarosa partiendo, a manera de ejemplo:

- ✓ Sacarosa en caña a cosechar 15%
- ✓ Sacarosa a recuperar entre el 70 y 85%

- ✓ Valores a recuperar por t de caña entre el 10,5 y 12,75%

En la práctica azucarera es posible estimar una pérdida real de sacarosa de 1,5 la cual pudiera distribuirse desde la descarga de la caña hasta el saco de azúcar.
Rastrear la materia prima en las diferentes etapas del proceso, haciendo uso de las variables y parámetros que definen un comportamiento cuantitativo y cualitativo óptimo (color de los jugos, pH, azúcares reductores y sus coeficientes, sacarosa, brix, fibra, cenizas y sus coeficientes, % de sólidos, fermentación espontánea, etc.) es el punto de partida para proyectar mejoras en el proceso. El comportamiento evolutivo de la calidad en este proceso de purificación integral hasta la meladura permite definir las pérdidas de sacarosa y posibles causas en cada una de las etapas.
Por otra parte la evaluación del aprovechamiento de las capacidades tecnológicas disponibles, logrando una optimización del balance energético, genera una reducción sustancial de los gastos relativos del proceso.
La implementación de un sistema de diagnóstico de alta precisión y oportuno, capaz de evidenciar estas reservas productivas de la fábrica demandaría la participación de un equipo multidisciplinario, tiempo y recursos para llegar a conclusiones, aspecto que reduce su factibilidad en condiciones tradicionales.
El objetivo del presente trabajo es aportar una solución informática, que sustentada en el procesamiento integrado de un grupo de variables cuantitativas y cualitativas del proceso, facilite la toma de decisiones tecnológicas y gerenciales enmarcadas en un programa de mejoras continuas, capaz de impactar en los resultados económico-productivos de la fábrica.

MATERIALES Y MÉTODOS
El estudio de varias décadas, en una diversa gama de ingenios en diferentes países, permitió arribar a la conclusión de que la generalidad muestra grandes reservas, tanto en la recuperación de sacarosa como en la eficiencia energética, evidenciándose contradicciones entre las características de la materia prima, la tecnología disponible y los resultados obtenidos. Se observa que la mayor parte de las disfunciones se deben a la carencia de una estrategia operacional adecuada, y la carencia de un paquete de información integrado y ágil que facilite la toma de decisiones en función de la dinámica del proceso.
A través de la modelación de los procesos claves en la obtención de los azúcares se arribó al diseño algorítmico de un grupo de variables que expresan el comportamiento de las diversas operaciones y su impacto en los resultados.
La estructuración modular de la secuencia analítica, permitió el diseño de soluciones informáticas que, en una plataforma totalmente asequible e interactiva, facilita el laborioso y multidisciplinario trabajo de diagnóstico en un espectro integral del proceso azucarero, incluyendo la valoración económica y el posible empleo de la simulación para obtener variantes de solución, previo análisis de factibilidad. Todo en un lapso de tiempo sumamente breve en comparación con los métodos tradicionales.

RESULTADOS
Los software SOFTACHO y DCFA, a lo largo de doce años de trabajo y su perfeccionamiento continuo, han permitido diagnosticar y proyectar medidas en tiempo record, no demandando la participación de equipos de personal especializado, o sea que su utilización optimiza los recursos humanos y el tiempo disponible para tomar decisiones oportunas. Su explotación permite que técnicos, especialistas y directivos del propio ingenio puedan hacer uso de sus potencialidades, pasando de un paradigma reactivo a uno totalmente proactivo, donde la posibilidad de manejar variantes evaluadas en términos tecnológicos y económicos hace factible el éxito en la toma de decisiones en un ambiente seguro.
A manera de validación, un ejemplo de su aplicación en trece ingenios del grupo FEESA, permitió definir áreas de oportunidad, que con un mínimo de recursos fueron explotadas, obteniéndose resultados significativos expresados, en sentido general, en un incremento en un entorno de 3 enteros en el recobrado industrial como consecuencia de la disminución de los factores que definen las pérdidas en bagazo, cachaza, miel final, por efectos microbiológicos, y muy especialmente el control de los indeterminados. Por otra parte se logró una reducción del 78,5 % de combustible adicional.

BREVE CARACTERIZACIÓN DE LOS SOFTWARE

Requisitos Tecnológicos:

- ✓ Procesador a 1GHz o superior
- ✓ Memoria RAM 128 MB o superior
- ✓ Espacio en disco disponible (para ambos soft) 200 MB
- ✓ Resolución gráfica 1024 x 768 o superior
- ✓ Sistema operativo Windows XP o superior

Sobre SOFTACHO

Los objetivos de SOFTACHO, como un balance de sólidos y elementos acompañantes en las partes continua y discontinua del proceso, están dirigidos a optimizar la recuperación de sacarosa aportando, en paralelo, un mejoramiento integral de la eficiencia energética del ingenio:

Sus prestaciones principales pueden sintetizarse en:

- ✓ Tratamiento en una amplia gama de esquemas tecnológicos: Crudos, Blancos Directos y Refinos
- ✓ Evaluación cuantitativa y cualitativa del balance de sólidos en el proceso.
- ✓ Cálculo automatizado de la pureza de los materiales que intervienen en el proceso.
- ✓ Cálculo automatizado del consumo de vapor por templas.
- ✓ Evaluación del rendimiento de las templas: en sólidos y retención
- ✓ Opciones adicionales para evaluar el impacto y factibilidad del lavado.
- ✓ Disponibilidad de opciones avanzadas: Diagnóstico de las pérdidas de sacarosa en cada etapa del proceso, precisando el efecto cuantitativo, posibles causas y el efecto económico. Evaluación tecnológica y económica de variantes operacionales. Comportamiento de reductores, cenizas, pH y coolor. Simulación en esquemas y gráficos que aportan flexibilidad en el análisis.
- ✓ Distingue las pérdidas por causas químicas y bioquímicas en los procesos de purificación y molienda, discriminando en este último las pérdidas en bagazo.
- ✓ Evaluación de resultados tecnológicos por períodos.
- ✓ Cálculo automatizado del número óptimo de masas en el procesamiento de templa única.
- ✓ Evaluación del aprovechamiento de capacidades.
- ✓ Automatización en el manejo de cálculos para el proceso de cristalización.

Sobre DECFA

Los objetivos de DECFA están orientados a facilitar un diagnóstico energético y de capacidades con enfoque multidisciplinario capaz de precisar las insuficiencias tecnológicas y la disponibilidad de reservas generando mejoras en el orden operacional y tecnológico.

Sus prestaciones pueden sintetizarse en:

- ✓ Cálculo del consumo energético y de vapor por equipos motrices y por áreas con relación a la caña procesada.
- ✓ Cálculo del atemperamiento.
- ✓ Cálculo de la eficiencia de las turbinas.
- ✓ Facilidades de cálculo automatizado para: Consumo Específico Entalpía, Steam Rate, Calor latente, etc.
- ✓ Evaluación de la eficiencia en la preparación de caña.
- ✓ Cálculo específico de la eficiencia de la Planta Moledora: Identificación del grueso de colchón óptimo vs. la pérdida en molienda. Aprovechamiento de la capacidad de molida a través de valores cuantitativos y cualitativos. Carga hidráulica. Torque. Consumo de mandos combinados, etc.
- ✓ Cálculo del consumo de vapor en: El calentamiento de los jugos. En el tratamiento de las templas en crudo y refino. En otros consumos. Consumos de evaporadores en general.
- ✓ Evaluación resumen de las extracciones y sus orígenes.
- ✓ Gráfico evaluativo del balance energético integral. Balance Directo vs. Escape.

- ✓ Evaluación de los condensados por equipos y por temperatura.
- ✓ Balance de agua.
- ✓ Análisis en formatos gráficos para facilitar la interpretación.
- ✓ Evaluación de la eficiencia de las calderas.
- ✓ Facilidades para el cálculo de los diferentes factores que inciden en la eficiencia de las calderas:
- ✓ Evaluación de la optimización del consumo energético (déficit o sobrantes de bagazo y su equivalente en petróleo y dinero).
- ✓ Valoración cualitativa del régimen de operación.

Ambos software disponen de sus correspondientes sistemas de ayuda, los cuales contienen, además de los temas relacionados con su explotación, ayudas de tipo tecnológico que permiten profundizar en los análisis y la toma de decisiones sobre una sólida base argumental. Toda la información puede ser impresa, incluyendo los gráficos y esquemas. La opción configuración permite personalizar el ambiente de trabajo.

CONCLUSIONES

1. Experiencias de su aplicación en diferentes fábricas en el mundo azucarero muestran su impacto en:
   - ✓ Mayor eficiencia en la explotación de las capacidades tecnológicas en sentido general.
   - ✓ Mejoras significativas en la calidad en los azúcares.
   - ✓ Reducción del consumo de vapor en tachos
   - ✓ Reducción de los rechazos de sólidos.
   - ✓ Identificación exhaustiva de las pérdidas de sacarosa y sus causas reduciéndose el término de indeterminados.
   - ✓ Mejor aprovechamiento energético con la consiguiente reducción de los costos de operación.
   - ✓ Mayor precisión y éxitos en la toma de decisiones, soportadas en un ambiente seguro a partir de la simulación interactiva de variantes, pronosticando resultados en disímiles condiciones del proceso y la materia prima.
   - ✓ Facilita los análisis relativos a los procesos de mejoras continuas y las estrategias inversionistas.
2. Ha sido empleado como simulador en la preparación de especialistas en eventos de carácter docente desarrollados en diversos países.
3. Un ejemplo concreto de sus resultados es el caso del ingenio Casasano, en el estado de Morelos en México como el más significativo de los 13 ingenios beneficiados con el sistema dentro del grupo FEESA lográndose un incremento del recobrado en 7 enteros y reduciéndose el consumo de petróleo en 18 litros / t de caña. Resultados sostenidos durante varias zafras.

RECOMENDACIONES

1. Entrenar al personal para lograr la explotación adecuada de los software.
2. Validar las propuestas de mejoras continuas y prefactibilidad de procesos inversionistas haciendo uso de las potencialidades de simulación a través de las opciones de los programas.
3. Explotar los recursos de la solución informática en los procesos de capacitación del personal.
4. Articular las opciones de los programas que aporten a los análisis de la explotación de las potencialidades bioenergéticas y de otros combustibles en sentido general.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez E. R. Valoración tecnológica y económica del proceso azucarero. Evento ATAM, Veracruz , México, 2013.
2. Informe técnico-económico resultados zafras FEESA México 2012
3. Junco F. G. Sistemas computarizados para el balance de sólidos en fábricas de azúcar Jornada Pedagógica 2012
4. E. Hugot Handbook o cane sugar engineering.
5. Peter Rein. Cane sugar engineering.
6. Manual de Operaciones de la Industria Azucarera.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS INTEGRAL DE LA ETAPA DE MOLIENDA DE CAÑA

METHODOLOGY FOR THE INTEGRAL ANALYSIS OF A CANE SUGAR MILL

Autor (es): Ribas M. *, Sabadí R., Díaz A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). PO.Box 4026, La Habana 10400, Cuba. Fax: 53-7-988243.
*e-mail: **mauricio.ribas@icidca.azcuba.cu**

RESUMEN

En este trabajo se desarrolla una metodología para el análisis de la etapa de molienda de caña que integra el cálculo de las aberturas de los molinos (*"setting"* de los molinos) y la capacidad de molienda con el análisis y simulación del proceso de extracción. Como resultados se obtienen las aberturas estáticas de entrada y salida de los molinos y la ubicación de la cuchilla central. Se determina los flujos de jugo y bagazo a la salida de cada unidad de molienda con sus correspondientes brix. También se calcula la extracción de sólidos en cada molino, la pol del jugo primario, pol del jugo mezclado, pol en bagazo y la extracción reducida. La metodología propuesta se implementó en la herramienta de software MOLINOS 6.0.
El análisis del caso de estudio real permitió evaluar el funcionamiento del tándem y se propuso incrementar el flujo de agua de imbibición para disminuir la pol en bagazo a valores inferiores al 2 %.
El análisis de sensibilidad permite concluir que incrementar el volumen unitario de salida del primer molino en 0.156 m³/t tiene mayor influencia sobre las aberturas del *"setting"* que un incremento de la fibra en caña en 0.5 %.

PALABRAS CLAVE: molienda de caña, industria azucarera, modelación matemática.

ABSTRACT

In this work, a methodology is developed for the analysis of the cane milling stage, which integrates the calculation of mill settings and the milling capacity with the analysis and simulation of the extraction process. As a result, it can be calculated the feed work openings, delivery work openings of the mills and the trashplate setting. The juice and bagasse flows at the exit of each milling unit with its corresponding brix, are determined. Also, the extraction of solids in each mill, the pol of the primary juice, pol of the mixed juice, pol bagasse and the reduced extraction are calculated. The proposed methodology was implemented in the MOLINOS 6.0 software tool.
The analysis of the case study allows to conclude that increasing the specific volume of output of the first mill at 0.156 m³ /t has a greater influence on the openings of the setting than increasing the fiber in the cane by 0.5%.

KEY WORDS: cane milling, sugar industry, mathematical modelling.

INTRODUCCIÓN

En el trabajo de las plantas moledoras un aspecto que los técnicos le prestan especial atención es el cálculo del *"setting"* de los molinos y la determinación de la capacidad del tándem (Rein, 2012). Existen diversos criterios empíricos acerca de cómo realizar estos cálculos (Hugot, 1986). En Cuba se utiliza el método de las compactaciones de fibra por molinos para el cálculo del *"setting"* y actualmente no existe una herramienta de software que estandarice la implementación de estos cálculos y los integre con las ecuaciones de balance de sólidos, jugo, bagazo y fibra en cada molino.
En nuestro instituto desde hace varios años se trabaja en el desarrollo del simulador de proceso SIMFAD (Sabadí y col., 1992; Sabadí y col., 2006) que es un sistema diseñado para el análisis y simulación de las

distintas etapas del proceso azucarero y como parte de la evolución de este sistema surge la herramienta de software MOLINOS 6.0 que permite estudiar, desde el punto de vista de análisis de proceso, la influencia del *"setting"* de los molinos, la calidad de la caña, la operación del tándem y la imbibición sobre la extracción. Con esta herramienta es posible calcular la extracción de sólidos y pol en el tándem, los flujos de jugo y bagazo a la salida y entrada de cada molino con sus brix asociados.

Se calculó las aberturas estáticas y la capacidad de un tándem de 5 molinos de 2133 mm de largo y diámetros que varían entre 965 y 1016 mm para un ingenio que tiene una molida diaria de 3130 t/d. Los resultados indican que los molinos del tándem están subutilizados. Posteriormente se simuló la operación del tándem con las aberturas calculadas y se obtuvo una extracción reducida de pol por encima del 95 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para validar los resultados de este trabajo se consideró un tándem de 5 molinos con una razón de molida potencial esperada de 3130 t/d. La caña antes de llegar al primer molino pasa por dos juegos de cuchillas y una desmenuzadora del tipo Maxwell. El tándem dispone de maza alimentadora y tolva Donelly en todos los molinos. En la tabla I se muestran las características geométricas fundamentales del tándem.

Tabla I. Datos de la geometría del tándem

DATOS	UM	MOL 1	MOL 2	MOL 3	MOL 4	MOL 5
Diámetro exterior de la maza superior	mm	1009,65	1016	996,95	102,.35	1016
Diámetro exterior de la maza cañera	mm	990,6	984,25	982,726	1016	1016
Diámetro exterior de la maza bagacera	mm	1028,7	977,9	970,026	981,202	989,076
Largo de las mazas	mm	2133	2133	2133	2133	2133
Paso de los dientes de la maza superior	mm	79,248	52,832	52,832	38,1	38,1
Paso de los dientes de la maza cañera	mm	99,06	67,31	66,04	66,04	66,04
Paso de los dientes de la maza bagacera	mm	77,978	53,086	53,086	53,086	53,086
Ángulo real de rayado maza superior	°	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Ángulo real de rayado maza cañera	°	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Ángulo real de rayado maza bagacera	°	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Entrada/Salida MOLIENDO (1,4 – 2,7)		1,7	2,2	2,2	2,37	2,5
Punta cuchilla/ Entrada MOLIENDO (1.35 – 1.80)		1,60	1,68	1,72	1,77	1,80
Caída de la cuchilla	mm	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05

El modelo de simulación del proceso de extracción se basa en:

- Balances de volúmenes de jugo, bagazo y fibra (libres de huecos).
- Balances de sólidos alrededor de cada molino.
- La interconexión de estos flujos, por clases (bagazo, jugo extraído, etc.) entre molinos y con el exterior (entrada de caña y agua de imbibición y salida de jugo mezclado, otros jugos cuando los haya y bagazo).

La precisión en los cálculos de los balances propuestos está afectada por dos elementos que es necesario considerar; la reabsorción de jugo a la salida de cada molino y la no idealidad de la distribución de los sólidos en cada molino al mezclarse la imbibición con el bagazo que viene del molino anterior y al exprimirse este bagazo en el molino actual. En el presente modelo estos aspectos están expresados a través del coeficiente de reabsorción y del coeficiente de imbibición. Un tercer elemento que puede aparecer en el problema de la simulación, es el que permite calcular el volumen que genera por unidad de tiempo, el área entre la maza superior y la maza inferior (bagacera) al moverse ambas y que es asociado usualmente, en la denominada razón de llenado con el volumen de fibra que trata el molino en la misma unidad de tiempo. Los valores de esos parámetros para cada molino: factor de reabsorción, coeficiente de imbibición, y razón de llenado, pueden, en algunos casos, buscarse en la literatura, o bien calcularse sobre mediciones cuando se dispone de ellas, o ser encontrados de forma experimental en el propio tándem del ingenio azucarero.

El modelo matemático que se genera responde a una estructura de un sistema de ecuaciones algebraicas no lineales y se resuelve utilizando un método numérico del tipo Newton con una estrategia modificada de

búsqueda de la solución que nos permite obtener propiedades de convergencia global del algoritmo. La implementación computacional del mismo fue realizada por (Powell, 1970).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestran los resultados que ofrece el software para el cálculo del *"setting"* en cada molino. Se puede apreciar que el volumen en tránsito que se desplaza al girar las mazas superior y cañera (volumen inscrito de entrada) es mayor que el volumen en tránsito que se desplaza al girar las mazas superior y bagacera (volumen inscrito de salida) lo cual es un resultado lógico de acuerdo a la función de comprensión que realiza el molino.

En la figura 1 también se calcula la densidad el material que va a ocupar ese volumen en tránsito que describen las mazas al girar y se expresa mediante los volúmenes unitarios.

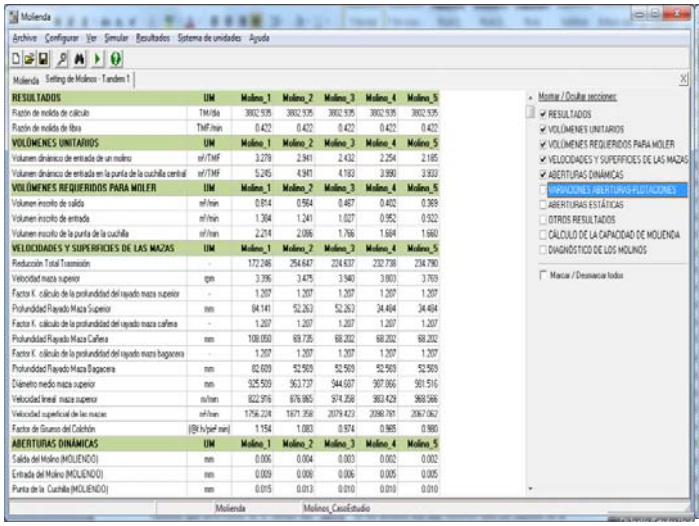


Figura 1. Resultados del cálculo del *"setting"* de los molinos.

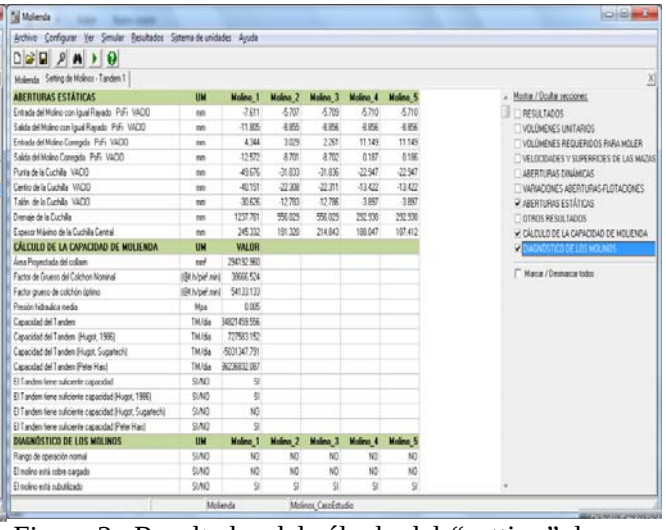


Figura 2. Resultados del cálculo del *"setting"* de los molinos.

El sistema determina la capacidad del tándem por diferentes vías (figura 2).

1) Mediante el cálculo del factor de grueso del colchon óptimo (3790,75 t/d).
2) Expresión reportada por Hugot, 1986 (3699,00 t/d).
3) Expresión reportada por Hugot en el sitio Sugartech (4807,56 t/d).
4) Fórmula utilizada por el tecnólogo Peter Hais (3313,49 t/d).

El valor de capacidad del tándem calculado por la fórmula de Hugot, reportada en el sitio Sugartech, es el que más se diferencia con respecto a los valores obtenidos por las otras expresiones. Sin embargo, todas las expresiones coinciden en concluir que el tándem tiene suficiente capacidad para moler 3130 t/d.

Análisis de sensibilidad

Se estudió cómo varían las aberturas del *"setting"* del primer molino de un tándem al cambiar la fibra en caña en el intervalo 13,5 % - 15,5 % y el volumen unitario de salida entre 1,705 -2,325 m³/tf. En las tablas II y III se puede ver que la variación de la fibra en caña provoca su mayor efecto sobre el ajuste de la cuchilla observándose una dispersión relativa de estos ajustes con respecto al valor medio superior al 7 % (números en rojo). Al variar el volumen unitario de salida en el rango indicado el efecto sobre el incremento de los ajustes de la cuchilla es superior en un 16 % con respecto al valor medio. Se puede concluir que todas las variables que intervienen en el cálculo del *"setting"* de los molinos son más sensibles ante los cambios de la densidad de la fibra (inverso del volumen unitario a la salida) comparada con las variaciones en el contenido de fibra en la caña.

Tabla II. Efecto de la variación de la fibra en caña sobre el *"setting"* de los molinos.

		Fibra en caña (%)							
VARIABLES	**UM**	**13,5%**	**14,0%**	**14,5%**	**15,0%**	**15,5%**	**$\bar{X}$**	**S**	**CV**
Razón de molida de fibra	t/min	0,324	0,336	0,347	0,359	0,371	0,347	0,019	5,33
Volumen inscripto a la salida	m^3/min	0,76	0,79	0,81	0,84	0,87	0,813	0,044	5,45
Factor Grueso Colchón Real	tf.h/m^2.min	0,934	0,968	1,003	1,037	1,072	1,003	0,055	5,45
Salida Moliendo	mm	35,941	37,262	38,608	39,929	41,250	38,598	2,100	5,44
Entrada Moliendo	mm	61,087	63,348	65,608	67,894	70,155	65,618	3,586	5,47
Punta Cuchilla Moliendo	mm	97,739	101,371	104,978	108,610	112,243	104,988	5,731	5,46
Entrada Vacio	mm	65,430	67,691	69,952	72,212	74,473	69,952	3,574	5,11
Salida Vacio	**mm**	**23,368**	**24,689**	**26,010**	**27,356**	**28,677**	**26,020**	**2,100**	**8,07**
Punta de Cuchilla	**mm**	**48,057**	**51,689**	**55,296**	**58,928**	**62,535**	**55,301**	**5,723**	**10,35**
Centro de Cuchilla	**mm**	**57,582**	**61,214**	**64,821**	**68,453**	**72,060**	**64,826**	**5,723**	**8,83**
Talón de Cuchilla	**mm**	**67,107**	**70,739**	**74,346**	**77,978**	**81,585**	**74,351**	**5,723**	**7,70**
Capacidad del tándem	t/d	4071,59	3926,17	3790,79	3664,43	3546,22	3799,840	207,695	5,47

Tabla III. Efecto de la variación del volumen unitario de salida sobre el *"setting"* de los molinos.

		Volumen unitario salida (m^3/tf)							
VARIABLES	**UM**	**1,705**	**1,86**	**2,015**	**2,17**	**2,325**	**Media**	**S**	**CV**
Volumen inscripto a la salida	m^3/min	0,596	0,651	0,705	0,753	0,813	0,704	0,085	12,06
Salida Moliendo	mm	28,30	30,89	33,45	36,02	38,61	33,452	4,072	12,17
Entrada Moliendo	mm	48,13	52,50	56,87	61,24	65,61	56,871	6,908	12,15
Punta Cuchilla Moliendo	mm	76,99	84,00	90,98	92,91	104,98	89,972	10,478	11,65
Entrada Vacio	mm	52,45	56,82	61,21	65,58	69,95	61,204	6,920	11,31
Salida Vacio	**mm**	**15,72**	**18,31**	**20,88**	**23,44**	**26,01**	**20,874**	**4,064**	**19,47**
Punta de Cuchilla	**mm**	**27,31**	**34,29**	**41,55**	**48,31**	**55,30**	**41,351**	**11,069**	**26,77**
Centro de Cuchilla	**mm**	**36,83**	**43,82**	**50,83**	**57,84**	**64,82**	**50,825**	**11,068**	**21,78**
Talón de Cuchilla	**mm**	**46,36**	**53,34**	**60,35**	**67,36**	**74,35**	**60,350**	**11,068**	**18,34**

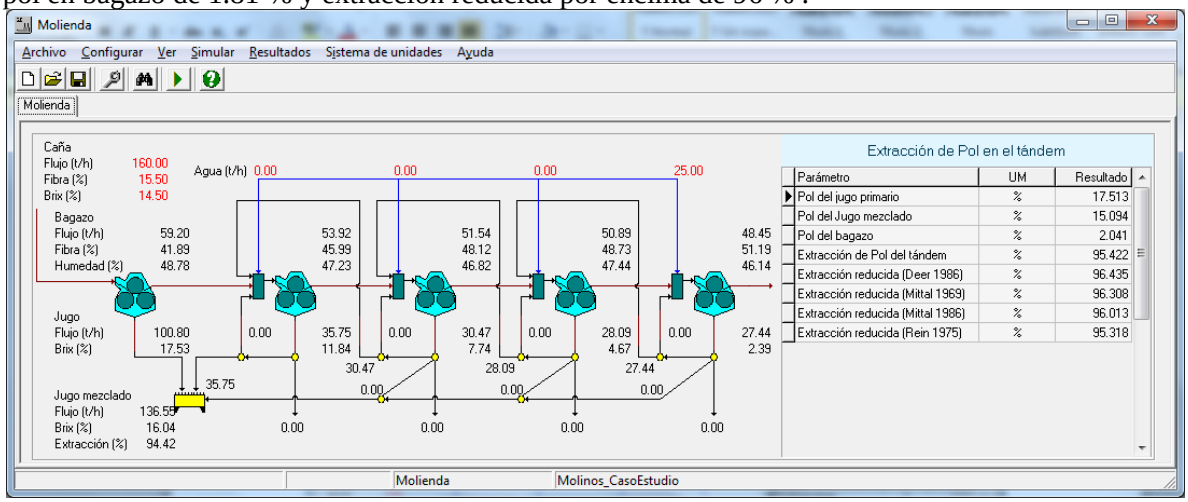
Análisis y simulación del proceso

A continuación se simuló un proceso real de molienda de caña con un tandem de 5 molinos de iguales características al señalado anteriormente y con la siguiente calidad de la matéria prima (tabla IV):

Tabla IV. Datos de la calidad de la caña.

DATOS	UM	VALOR
Flujo de caña	t/h	160,00
Brix de la caña	%	14,50
Pol en caña	%	13,50
Fibra en caña	%	15,50

Los resultados de la simulación (figura 3) indican que este tandem obtiene extracción reducida de pol por encima del 95 % con una pol en bagazo de 2.0 %. Este resultado desde el punto de vista técnico es considerado aceptable para las condiciones típicas de operación de los tandem cubanos. Si se incrementa el flujo de agua de imbibición a 35 t/h (imbibición % fibra = 226 %) y se simula el proceso entonces se obtiene una pol en bagazo de 1.81 % y extracción reducida por encima de 96 % .



RESULADOS	UM	MOL 1	MOL 2	MOL 3	MOL 4	MOL 5
Aberturas de trabajo	mm	25,121	23,978	20,498	20,498	18,948
Consumo de potencia (Chinchilla)	kW	347.96	271.09	286.98	287.17	329.76
Consumo de potencia (Hugot)	kW	405.17	275.04	281.23	276.80	339.84

Figura 3. Resultados de la simulación del proceso.

CONCLUSIONES

1. Se implementa en la herramienta de software (MOLINOS 6.0) una metodología que permite integrar el cálculo del *"setting"* de los molinos con el análisis y simulación del proceso.
2. El empleo de esta metodología para el análisis de un caso de estudio real permitió evaluar el funcionamiento del tándem y proponer incrementar el flujo de agua de imbibición para así disminuir la pol en bagazo.
3. El análisis de sensibilidad realizado con el sistema permite concluir que disminuir el volumen unitario de salida del primer molino en 0,156 m³/tf tiene mayor influencia sobre las aberturas del *"setting"* que incrementar la fibra en caña en 0,5 %.

REFERENCIAS

- Rein, P. (2012), Ingeniería de la caña de azúcar. Verlag Dr. Albert Bartens KG, Berlin, Alemania.
- Hugot, E. (1986). Handbook of cane sugar engineering. Tercera edición completamente revisada. Elsevier.
- Sabadí, R.; Hurtado, R.; Nieto, F.; Priedes, A.; Fernández, D.; Mesa, J. (1992), "SIMFAD: sistema para la simulación de fábricas de azúcar y derivados. Parte II: La estructura computacional". Cuba Azúcar (Cuba), 26(1):3-8.
- Sabadí, R.; de Armas, C.; Hurtado, R.; Nieto, F.; Torres, A.; Ribas, M. (2006). "Paquete de programas SIMFAD (versión 2.0)". ICIDCA Sobre los derivados de la caña de azúcar (Cuba), 27(3):60-68.

- M.J.D. Powell (1970), “A Fortran Subroutine for Solving Systems of Nonlinear Agebraic Equations”. Numerical Methods for Nonlinear Algebraic Equations. 115-161, P.Rabinnowitz ed. Gordon and Breach.
- Meyer, J. et al. (2011). Good management practices manual for the cane sugar industry. IFC, PGBI Sugar & Bio-Energy (Pty) Ltd., PGBI House, South Africa.
- Suleiman José Hassuani et. al. (editores) (2005). Biomass power generation. Sugarcane bagasse and trash. Serie Caminhos para a sustentabilidade 01. Primera edición, PNUD-CTC, Brasil.
- Van der Poel, P.W. et. al. (1998). Sugar technology. Verlag Dr. Albert Bartens KG. Berlin.

PLANIFICACIÓN OPERATIVA DEL PROCESO INDUSTRIAL DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

OPERATIONAL PLANNING OF THE INDUSTRIAL PROCESS OF SUGAR PRODUCTION

Autor: Lic. Rubén Guillermo Pellicer Durán

Miembro de la ANEC, ATAC, Cátedra Álvaro Reinoso y profesor de la Universidad de Oriente
Email: pellicer@uo.edu.cu

RESUMEN

La presente investigación forma parte del proyecto universitario denominado **"Introducción y generalización de sistemas informáticos para el perfeccionamiento de la planificación corriente en UEB seleccionadas de la provincia Santiago de Cuba y Guantánamo".** El mismo se desarrolla en el marco del proceso de redimensionamiento de la industria azucarera cubana.
Tiene como objetivo principal proponer una metodología para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar, mediante el uso de la modelación económico – matemática, con la previa utilización de un análisis estratégico para determinar los factores que inciden en los bajos niveles de producción de azúcar.
Esta acción garantiza un aumento del rendimiento base 96 en un 12%; a su vez crecen los niveles de recobrado al 89.14% y se estima un ascenso de los niveles de producción en un 16.6%.
Palabras clave: estrategia; planificación; producción de azúcar; industria

ABSTRACT

This research is part of the university project called "Introduction and generalization of computer systems for the improvement of current planning in UEB selected from the province of Santiago de Cuba and Guantánamo." The same is developed within the framework of the process of resizing the Cuban sugar industry.
Its main objective is to propose a methodology for the operational planning of the industrial sugar production process, through the use of economic and mathematical modeling, with the prior use of a strategic analysis to determine the factors that affect the low levels of sugar production.
This action guarantees an increase in base 96 yield by 12%, in turn increase the recovery levels to 89.14% and an increase of production levels by 16.6% is estimated.
Keywords: strategy; planning; sugar production; industry

INTRODUCCIÓN

En el año 1959 se intervinieron los centrales azucareros privados. En las primeras décadas se produjo un promedio de cinco millones de toneladas (t) de azúcar, esto se logró sembrando más caña de azúcar alargando la zafra hasta nueve meses. Se trazó una estrategia de diversificación de la agricultura, teniendo como uno de los objetivos fundamentales reducir la dependencia monoproductiva.
A partir de 1962 y hasta la década de 1990, la producción azucarera registró importantes crecimientos, los rendimientos agrícolas1 se duplicaron, desempeñando un papel significativo el aseguramiento de los insumos productivos agrícolas e industrial y toda una serie de medidas que estimularon a los productores de la agroindustria azucarera.

[1] En agricultura y economía agraria, rendimiento de la tierra o rendimiento agrícola es la producción dividida entre la superficie

La disminución de los recursos disponibles, el manejo inadecuado de las prioridades en el sector, los bajos niveles de eficiencia fabril, la inestabilidad laboral y problemas de carácter organizacional continuaron provocando sucesivas caídas de los volúmenes productivos entre 1993 y 1995. Asimismo, sufrieron un deterioro creciente los principales indicadores productivos de la industria como la cantidad de azúcar producida, la caña molida y el rendimiento industrial.

Para 1995 se produce un pico de descenso productivo, pero ya para la zafra 1995-1996 se observó una reanimación, al alcanzar 4,4 millones de t de azúcar crudo. No obstante, la recuperación del sector no fue completa y para final de los noventa la producción se encontraba por debajo de los 4 millones de t.

El redimensionamiento de la industria azucarera requirió el cierre de 71 de los 156 centrales existentes en el año 2002 debido a los bajo niveles de los precios del azúcar en el mercado mundial. Esto provocó un descenso en la producción de azúcar anual desde 4 millones de t a 2 millones de t de azúcar de caña. Esta disminución, conjuntamente con el aumento del precio del petróleo en el mercado mundial hasta el año 2013, provocó un importante incremento del precio del azúcar hasta llegar a valer 20 centavos la libra. Lo anterior estimuló el incremento al máximo de la producción de azúcar desde sus tres fases: la fase agrícola (preparación de la tierra, atenciones culturales y cosecha); la fase agroindustrial (tiro o transporte de la caña cortada contenida en los cañaverales hacia los centros de recepción y finalmente hacia los basculadores de la industria) y por último la fase industrial que tiene como objetivo convertir la caña de azúcar en azúcar de caña.

Se demuestran considerables deficiencias en la industria. Por un lado los niveles de obsolescencia tecnológica inciden en la no obtención de resultados favorables; pero se destaca la incapacidad de establecer medidas oportunas de entre un conjunto de alternativas.

Es por ello que se hace necesaria la introducción de métodos científicos que permitan mejorar el proceso de toma de decisiones en las diferentes fases del proceso fabril. Estas acciones pudiesen influir en un mejoramiento de la reducción del tiempo perdido y de los costos operacionales, en el aumento de los índices de recobrado y en general en el incremento de la producción azucarera.

La siguiente tabla expone la relación entre la planificación de los indicadores industriales y los valores reales en la zafra 2014-2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es necesario destacar que la investigación se realiza en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Paquito Rosales” con el objetivo de trazar una metodología para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar en función de encontrarle solución al problema antes mencionado y generalización a las restantes UEB de la provincia Santiago de Cuba.

Las técnicas utilizadas fueron las **Tormenta de ideas** para elegir mediante el criterio de los expertos seleccionados el banco de fuerzas actuantes que inciden en la existencia del problema**,** el **Perfil Estratégico** posibilita elegir las fuerzas más importantes para su posterior análisis, la **Matriz DAFO – Impacto** permite escoger la causa que mayor nivel cuantitativo obtuvo resultado de la sumatoria de las ponderaciones dadas por los expertos, en este caso se elige como problema la siguiente debilidad: **el proceso de la planificación de la producción de azúcar continúa de manera inadecuada**, el **Diagrama causa- efecto** permite identificar las causas y sub causas que originan el problema y por último el uso de la Metodología de la Ciencia de la Administración de Investigación de Operaciones[2], específicamente la Programación Lineal.

Por las razones anteriormente planteadas se describe como principal problema los actuales procedimientos de planificación que se utilizan en el plano operativo del proceso de producción de azúcar inciden en los bajos niveles de producción en la UEB central azucarero “Paquito Rosales”. Para darle solución a la anterior problemática se diseñó un procedimiento para la planificación

[2]Garza R., Pérez V. Álvarez B. (2013). Investigación de Operaciones. Modelos y Métodos Determinísticos. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

operativa del proceso industrial de producción de azúcar, mediante la modelación económico – matemática[3]. Este modelo matemático de Programación Lineal[4] maximiza la cantidad de azúcar de caña teniendo en cuenta el control de los principales parámetros que se utilizan en la estación de los tachos, estos parámetros son: Capacidad de los tachos en toneladas (t);Capacidad de la centrífuga para el azúcar por tipos en t; Límite mínimo y máximo de cristales en MC en cada templa; Límite mínimo y máximo de la relación semilla azúcar en MC en cada templa; Brix y Pureza de la meladura, de MC de 1era, de MC de 2da, de miel de 1era, de miel de 2da, de semilla, de MC de 3era, de la miel final, de azúcar de 3era; Capacidad de los molinos en t; Rendimiento industrial promedio en la zafra; Capacidad de envase de azúcar en t y Plan de azúcar en t.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 Análisis de la aplicación del modelo en cuatro días de la zafra 2014-2015

Toneladas de azúcar comercial			
Zafra 2014-2015	**Real**	**Modelo**	**Diferencia**
Tercer día primera decena	145,34	152,07	6,73
Segundo día segunda decena	138.86	147,43	8,57
Segundo día tercera decena	143,6	149,93	6,33
Cuarto día quinta decena	151,56	159,07	7,51

El análisis de la aplicación del modelo en cuatro días de la zafra 2014-2015 indica importantes diferencias entre los resultados reales y los efectos que propone el modelo con la misma utilización de los recursos disponibles en la entidad objeto de análisis.

Tabla 2 Análisis de la aplicación del modelo en la zafra 2014-2015

Toneladas de azúcar comercial			
	Real	**Modelo**	**Diferencia**
Zafra 2014-2015	21 517	21 928,71	**411,7**
Ingreso (23 centavos la libra)	10 910 478,93	11 119 241,93	**208 763**

Como se aprecia en la tabla 2, el modelo puede adaptarse a cualquier período de tiempo siempre y cuando se cuente con el conjunto de informaciones que necesita el referido modelo. En el caso de la zafra 2014-2015 se obtiene una diferencia de 411,7 toneladas lo que representan 208 763.00 USD

[3] Fernández A. (2007). Modelación económico-matemática y sistemas informáticos para la optimización de la cosecha de la caña en las provincias Santiago de Cuba y Granma. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.

[4] Alvarado B. (2010). La Programación Lineal como herramienta en el desarrollo agrícola. Universidad de Costa Rica. Memorias XII Encuentro sobre globalización y problemas del desarrollo, La Habana, Cuba.

teniendo en cuenta el precio del azúcar en el mercado internacional. La aplicación de la metodología propuesta le aporta a los agentes decisores de la entidad una herramienta de planificación, lo que se traduce en un aumento de la eficiencia en el proceso industrial de producción de azúcar.

CONCLUSIONES

1. El diagnostico estratégico realizado con el empleo de técnicas utilizadas posibilitó realizar el análisis interno y externo necesario para delimitar el problema y su solución.
2. El modelo propuesto tiene como eje central el diseño de un procedimiento para la planificación operativa del proceso industrial de producción de azúcar, mediante la modelación económico – matemática para aumentar los niveles de producción de azúcar en la UEB Central Azucarero “Paquito Rosales”.
3. Se logra el diseño de una propuesta de acciones que servirá como herramienta de trabajo de los agentes decisores de la industria que permita perfeccionar el proceso de planificación.
4. El uso de la modelación económico-matemática permite desde el punto de vista de la planificación, incrementar la producción entre un 2 y un 7 % tanto en el análisis por días de zafra, como en el estudio realizado en la zafra 2014-2015.

REFERENCIAS

1. Alvarado B. (2010). La Programación Lineal como herramienta en el desarrollo agrícola. Universidad de Costa Rica. Memorias XII Encuentro sobre globalización y problemas del desarrollo, La Habana, Cuba.
2. Fernández A. (2007). Modelación económico-matemática y sistemas informáticos para la optimización de la cosecha de la caña en las provincias Santiago de Cuba y Granma. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
3. Garza R., Pérez V. Álvarez B. (2013). Investigación de Operaciones. Modelos y Métodos Determinísticos. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

EL SISTEMA INFORMÁTICO IPLUS Y SU IMPACTO EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

IPLUS INFORMATICS SYSTEM AND ITS IMPACT IN THE SUGAR INDUSTRY

Autores: Lérida R. Hernández Nodarse, Alejandro Ruiz
Datazucar, ZETI

RESUMEN

Los cálculos del laboratorio y la información que de los mismos se derivan, son elemento fundamental para el control del desarrollo de las zafras azucareras y para la toma de decisiones sobre la producción de azúcar y la eficiencia agroindustrial. El sistema IPLUS, elaborado sobre base de datos en SQL y en Delphi, en funcionamiento desde hace diez años en la industria azucarera cubana, consta de los programas Centro de Control, Contabilidad Azucarera, Calidad Azúcar, el Cronos, la Carpeta del Director, el Plan Zafra, la Disciplina Tecnológica, el Previo y Análisis de Laboratorio, aun no implantado, aplicables a cualquiera central en todas las opciones y abren una gran variedad de posibilidades de cálculo, gráficos, reportes y otros.
PALABRAS CLAVE: Centro de Control, Contabilidad Azucarera, Calidad Azúcar, Cronos

ABSTRACT

The calculations of the laboratory and the information derived from them are fundamental to control the development of sugarcane and to make decisions about sugar production and agroindustrial efficiency. The IPLUS system, based on data from SQL and Delphy, which has been operating for ten years in the Cuban sugar industry, consists of the programs Control Center, Sugar Accounting, Sugar Quality, Cronos, Director's Folder, Zafra Plan, Technological Discipline, Preliminary and Laboratory Analysis, not yet implemented, applicable to any central in all the options and open a wide variety of calculation possibilities, graphs, reports and others.
KEY WORDS: Control Center, Sugar Accounting, Sugar Quality, Cronos

INTRODUCCIÓN

Hasta el 2007 se explotaban en el MINAZ dos programas: el ZF10 y el ZF11 para la contabilidad del laboratorio y el tiempo perdido respectivamente. Los programas del sistema IPLUS muestran una nueva visión de los aspectos enfrentados. Se partió de lo establecido por AZCUBA para la contabilidad azucarera, (1), (2). Incluye todos los elementos para evaluar la calidad de la caña, los parámetros de operación y los resultados analíticos de todos los productos intermedios y finales. Se controla la calidad del azúcar en relación con la norma cubana y se cuenta con el programa Plan Zafra para proyectar el plan. La Carpeta del Director permite la toma de decisiones, trazar estrategias de cumplimiento del plan, fijar metas y otros. El sistema, en uso en todos nuestros centrales desde hace diez años, ha sido enriquecido con nuevos indicadores (3). El proceso de implantación y desarrollo del sistema IPLUS ha sorteado las dificultades, con atención inmediata a los problemas presentados, complementada con la capacitación del personal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La industria azucarera cubana durante muchos años, utilizó un grupo de programas de computación inconexos entre sí, desarrollados en su casi totalidad sobre MS-DOS, los que cumplieron el objetivo para el cual fueron creados, pero que, con el tiempo, llegaron a constituir un freno para el desarrollo en la empresa y la dirección tanto provincial como nacional. Estos programas, a la vez, presentaban dificultades para su

operación, las cuales se hizo imprescindible eliminar en aras de la calidad y rapidez de la información. Surge así la idea de elaborar sobre SQL, algunos de los programas existentes con las actualizaciones y correcciones requeridas, elaborar otros que los complementaran y crear, la base de datos, soporte de los mismos y de otras aplicaciones, el uso de redes internas y las posibilidades de conectar los resultados operativos de la conducción del proceso agroindustrial a dicha base de datos, para su utilización inmediata a los diferentes niveles de dirección de la empresa. Surge así el sistema IPLUS en diferentes niveles de dirección, que contiene numerosos módulos tanto para la empresa, como la provincia y nación, fundiendo en un todo único toda la información industrial de la zafra.

Generalidades del Sistema:

- Elaborar eficazmente la contabilidad azucarera y el control del tiempo perdido en el menor tiempo posible, con la calidad y confiabilidad requerida.
- Disponer de amplia información sobre los resultados del proceso productivo del azúcar crudo, el tiempo perdido, la calidad de la materia prima procesada, materiales intermedios, calidad y cantidad de azúcar producido y valoración de la eficiencia industrial desde diferentes ángulos técnicos y tecnológicos.
- Facilitar el trabajo del Jefe de Laboratorio y proveerlo, tanto a él como a la dirección de la empresa, de los medios para el análisis de la información que elaboran los módulos.
- Elaborar los reportes que se necesitan tanto por el Jefe de Laboratorio como por el personal de dirección, sobre la contabilidad azucarera y el tiempo perdido y mostrar gráficos de un número considerable de variables, a fin de crear condiciones favorables para el análisis rápido de los resultados.
- Crear un ambiente interactivo en la explotación de los módulos que facilite a los usuarios la toma de decisiones.
- Ajustarse a las nuevas exigencias en la planificación y ejecución de la zafra como son las paradas planificadas, el cambio de normas potenciales en la reprogramación de la zafra, el uso de diferentes fechas para dicha reprogramación y otros.
- Resolver algunas contradicciones técnicas existentes en la contabilidad anteriormente aplicada.
- Ofrecer a la dirección de la empresa el análisis pormenorizado de la marcha del plan de azúcar, las causas de incumplimiento y las posibles estrategias a trazar para acercarlo a los resultados requeridos.
- Mantener actualizada a la dirección en los diferentes niveles sobre la marcha de la zafra cada 4 horas, en el día, la semana y hasta fecha.

Permitir a la dirección de la empresa desde momentos tempranos de la zafra madurar estrategias que aseguren el cumplimiento del plan de azúcar, objetivo supremo en la zafra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal resultado lo constituye el uso del sistema, en todos los centrales del país durante diez años como programa oficial. Enlazado con el IPLUS Provincial y Nacional envía directamente la información generada en la UEB, de modo que a todos los niveles es posible observar los resultados emitidos directamente en la base. Como se sabe, los resultados que emite el laboratorio son los que sirven de base para el control económico de la empresa, lo que le da gran importancia a los programas del IPLUS y especialmente al ConLab y el Cronos que proporcionan datos confiables para dichos controles y cálculos. Los valores de pérdidas en el proceso agroindustrial, representan para el país cifras millonarias. El ConLab, con resultados diarios, semanales y hasta fecha, que llegan a los decisores con gran inmediatez, permite actuar y modificar con acciones adecuadas, las desviaciones que se observen. El IPLUS hace posible el control diario de los indicadores de calidad del azúcar, contabilizando por parámetros la cantidad de azúcar dentro y fuera de la Norma Cubana (4) y facilita la toma de decisiones, aspecto de importancia económica para AZCUBA. El ConLab calcula, hace ajustes el día del cierre de la semana, hace gráficas, calcula periodos y muestra los

resultados de cualquier día anterior. Al calcular el día, todos los programas ofrecen reportes que permiten analizar el comportamiento de la eficiencia, las pérdidas y el recobrado.
En el Centros de Control se configura el central, declarando sus características propias de producción. En él se inicializa la zafra y el día de zafra y se controla la calidad de la información. También se realizan los cálculos de la liquidación, se emite el acta de liquidación, se instrumenta el cambio de hora para el horario de verano, se importa y muestra con todo detalle el plan de zafra, que nutre los diferentes programas, se corren las actualizaciones de los diferentes programas y se realiza la salva y restaura del sistema.

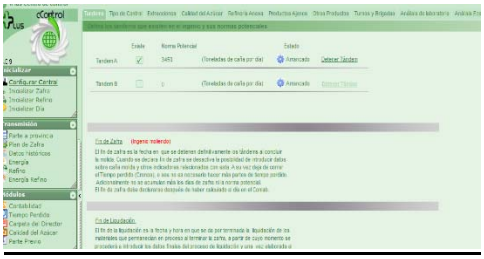


Fig. 1 Pantalla inicial Centro de control empresarial

El ConLab, compuesto por más de diez mil fórmulas para ingenios de tres tándems, tiene las variantes tecnológicas de extracción de productos para destilerías, recepción de productos ajenos, existencia de refinería anexa y la producción de diferentes calidades de azúcar. Elabora el reporte que analiza el comportamiento de más de cincuenta indicadores de los últimos siete días, emite el reporte del día, semana y hasta fecha con todos los resultados de interés y realiza el análisis integral de la casa de calderas. Muestra el reporte comparativo de la contabilidad pesando jugo y la contabilidad oficial y la generación de energía a partir de la quema de paja de caña. Realiza validaciones para ayudar al Jefe de Laboratorio en la explotación del programa. El Jefe de Laboratorio conforma reportes específicos de su UEB que se llenan automáticamente, una vez realizados los cálculos, en el Investiplus, programa auxiliar del sistema IPLUS.

Fig. 2 Pantalla inicial Contabilidad de laboratorio (Conlab)

El Cronos, en un ambiente amigable, facilita el control del tiempo perdido y sus causas y emite informaciones sobre las causas de paradas del central. Contiene el árbol de equipos y paradas, donde se definen sus componentes, los que pueden ocasionar paradas y a partir de él se declara el lugar y el componente donde se produjo la parada que causa el tiempo perdido del central. Se conecta sobre la misma base de datos con el ConLab, suministrándole la información Elabora la Norma Técnica 37, con el resumen del tiempo perdido por causas.

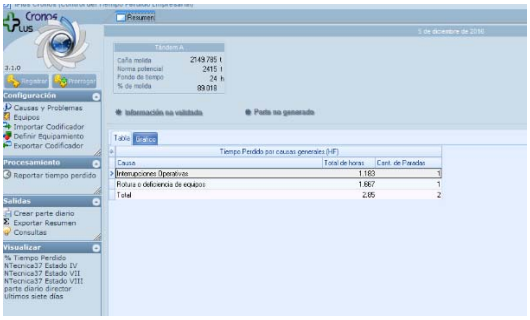


Fig. 3 Pantalla inicial Tiempo perdido (Cronos)

El Centro de Control, el ConLab y el Cronos, abarcan todas las posibilidades de captura y cálculo en cualquier central, complementados por el CalAz, la Carpeta del Director, la Disciplina Tecnológica y el AnaLab (5). Los Jefes de Laboratorio están capacitados para el uso del sistema lo que les permite con más eficiencia explotar las facilidades que brindan los programas del IPLUS. Las gráficas de diferentes tipos con todas las variables introducidas en el sistema, la posibilidad de realizar y enviar a provincia y nación un análisis diario de la eficiencia de la zafra, de elaborar reportes propios en los ingenios, el cálculo de cualquier período, y la visión de los datos de días anteriores, la dan al sistema un valor añadido. Los nuevos elementos en la contabilidad como la pureza meta y los factores que influyen en el incremento de los no azúcares a través del flujo en el central y de la pureza de la miel final ofrece una herramienta fundamental para el análisis de la más importante de las pérdidas en el proceso. Junto a eso, el color ICUMSA, la dextrana y el almidón en todas las calidades del azúcar, la extracción de los molinos, las corridas de reductores y de pH en todos los materiales del proceso, son facilidades agradecidas por todos (6), (7).

CONCLUSIONES

Los programas del sistema IPLUS significan un salto de calidad en la informatización de la industria azucarera cubana, garantizados por sus 10 años de explotación en los centrales.
La aplicación de los programas del sistema IPLUS en todos los centrales del país ha garantizado la rapidez y calidad de las informaciones de zafra, y los beneficios que de ello se derivan.

REFERENCIAS

1. Manual de Operacion4es para la Producción de Azúcar Crudo de caña, Dirección de Tecnología, Ministerio del Azúcar, 1995.
2. Manual de Instrucciones de AZCUBA para la zafra, 2015
3. Evaluación de la recuperación de azúcar en el proceso y pago de la caña mediante estándares de alta eficiencia en el cálculo de “RPC meta. (Dirección de Tecnología Azucarera, ICIDCA, Julio 2015.
4. Norma Cabana 79-85-2000.
5. Sanfiel. F y colaboradores (2006). Métodos Analíticos para Azúcar Crudo (MACU). Publicaciones Azucareras. La Habana. 209 páginas.
6. Cane Sugar Engineering, Peter Rein, 2013
7. Cálculos Azucareros Brasileños, (Antonio Carlos Fernández II Edición, 2003

CARTELES

UPTAKE AND TRANSLOCATION OF SULFOMETURON-METHYL IN SUGARCANE

ABSORCIÓN Y TRANSLOCACIÓN DE SULFOMETURON-METHYL EN CAÑA DE AZUCAR

Juliana Stéfani Jabur de Assis[1]; Valdemar Luiz Tornisielo[2]; Fabrícia Cristina dos Reis[1]; Bianca A. B. Martins[2]; Ricardo Victória Filho[1], Roberto Estevão Bragion Toledo[1].
[1]College of Agriculture "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba, Brazil.; [2]Center for Nuclear Energy in Agriculture, University of Sao Paulo Piracicaba, Brazil.

ABSTRACT

Herbicides can control weeds without affect yield and quality of the raw material. However, depending on growth stage was observed phytotoxic effects on sugarcane after application of sulfometuron-methyl formulated with diuron and hexazinone. For better understanding of the physiology of sulfometuron-methyl in sugarcaneplants and the reasons of the phytotoxicity effects after application, it was evaluated the absorption and translocation of this herbicide in 2-3-leaf and 5-6-leaf stage plants. A maximum of 8% of sulfometuron-methyl was translocated in 2-3-leaf stage plant and 15% in 5-6-leaf stage plants24 hours after treatment. The plants in different stages did not present divergencein the absorption pattern.
Key words: absorption; sulfonylurea herbicide; growth stage

RESUMEN

Los herbicidas son capaces de controlar las malezas sin causar daños a la cultura o materia-prima. Sin embargo, dependendo de la etapa de crecimiento se observaron efectos fitotoxicos sobre la caña después de la aplicación de sulfometuron-methyl formulado com diuron y hexazinone. Para una mejor comprensión de la fisiología de sulfometuron-methyl en las plantas de caña de azúcar y las razones de la fitotoxicidad después de la aplicación, se evaluó la absorción y translocación del herbicidaen plantas que presentaban 2-3 o 5-6 hojas totalmente expandidas. No más que 8% de sulfometuron-methyl se transloco en la planta que presentaba 2-3 hojas y 15% en las plantas con de 5-6 hojas,después de 24horas de la aplicación. Las plantas em diferentes etapas no presentaron divergência en el patrón de absorción.
Palabras clave: absorción; sulfonilureas; etapas de desarrollo

INTRODUCTION

Brazil is an international leadership in sugarcane production. The sugarcane culture area and total production estimated for 2016-2017 harvest are 9.0 million hectares and 684.77 million tons, respectively[1].
The commercial herbicide formulated with diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl is recommended in sugarcane preemergence. However, phytotoxity effects has been observed after application on sugarcane plants at different stages of development [2].Sulfometuron-methyl, one of the components, is an inhibitor of the enzyme acetolactase synthase, which catalyzes the first common step in the biosynthesis of branched-chain amino acids, i.e., valine, leucine, and isoleucine [3].
Aiming to better understand the reasons of the phytotoxity effects after herbicide application, the absorption and translocation of sulfometuron-methyl after application on sugarcane plants at different development stages were evaluated.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out at Laboratory of Ecotoxicology, Center of Nuclear Energy in Agriculture, Piracicaba, Brazil. The plants were grown in a greenhouse and the absorption and

translocation of sulfometuron-methyl were evaluated in sugarcane plants at two stages of development: 2-3-leaf and 5-6-leaf stage plants.

The second leaf (from the base up) were treated with 30, 1.0-µL droplets of solution containing formulation-solution plus ^{14}C-sulfometuron-methyl (DUPONT, Wilmington, DE, USA). Each plant was treated with approximately 1.0 kBq of radioactivity using microapplicator (Hamilton PB6000 Dispenser, Hamilton Co. EUA). Sulfometuron-methyl radiolabeled presented 30.5 µCi.mg^{-1} (1.12 MBq.mg^{-1}) and 98% of purity.

Plants were harvest 3, 9, 24, 48 and 72 hours after treatment (HAT) and divided into the following parts: treated leaves, aboveground tissue, set, and roots. Plants parts were oven-dried at 60°C for 72 hours and combusted in a biological oxidizer (OX 600 Harvey Instruments).

The treated leaves were washed with a solution of methanol and water (4/1; v/v). Aliquot of 1 mL were mixed with liquid scintillation fluid and the radioactivity recovered was determined in liquid scintillation spectrometry (Packard 1900 TR).

Aiming the better visualization of the final herbicide position, treated plants were exposed on phosphor screen. The plants were treated as described previously, then dried, pressed, and the screen was read on radio scanner (Cyclone-Packard).

This was a randomized experimental analysis with three replications. To describe the absorption pattern of the herbicide, asymptotic regression and rectangular hyperbola were tested to evaluate which one adjusted better to the data. If the models sets well to the data, we should select the model with the lowest Akaike Criterion (AIC = - 2log (L) + 2p). The likehood-ratio test was carried out to compare the absorption of the herbicide in the plants at different stage of development (2-3-leaf and 5-6-leaf stage). We used the software R.

RESULTS

The parameters of the equations are presented in tablesI and II. The Akaike criterion value was closed to both models. Therefore, the asymptotic regression was considered the model that better fit to the data, because it is hard to accept that 90% of the herbicide would be absorbed at 39.66 hours after treatment (HAT) (Table II).

Table I. Asymptotic regression parameters

	Estimated	Standard error	T value	P value	IC (95%)
A_{max} (Treat 1)	15.0502	1.2861	11.7020	4.241e^{-13}	(12.43; 17.67)
A_{max} (Treat 2)	15.6514	1.0884	14.3808	1.697e^{-15}	(13.43; 17,95)
t_{90} (Treat 1)	14.8012	14.8012	2.2918	0.0286	(1.64; 27.95)
t_{90} (Treat 2)	6.9890	3.0274	2.3085	0.0276	(0.82; 13.15)
Standard residual error: 3.262					

Treat 1: 2-3-leaf stage; Treat 2: 5-6-leaf stage

The p value obtained for the likehood-ratio test was not different, indicating thatsulfometuron-methylabsorption pattern was similar in the plants, regardless the stage of development. Thus, absorption of sulfometuron-methyl is not associated with the contrasting tolerance, previous observed in sugarcane plants at different stages of development[2].

Table II. Rectangular hyperbole parameters

	Estimated	Standard error	T value	P value
A_{max} (Treat 1)	16.5822	1.7007	9.7504	4.193^{e-11}
A_{max} (Treat 2)	16.7272	1.2571	13.3057	$1.376e^{-14}$
t_{90} (Treat 1)	39.6687	21.0935	1.8806	0.692
t_{90} (Treat 2)	17.3501	8.9152	1.9461	0.0605
Standard residual error: 3.008				

Treat 1: 2-3-leaf stage; Treat 2: 5-6-leaf stage

A maximum of 8% of sulfometuron-methyl was translocated in 2-3-leaf stage plant and 15% in 5-6-leaf stage plants at 24 HAT. In the case of the 2-3-leaf stage plants, the herbicide was most translocated to the stalk (3.5% at 72 HAT), meanwhile 2.3% of the total applied was translocated to the roots in 5-6-leaf stage plants, at 72 HAT.

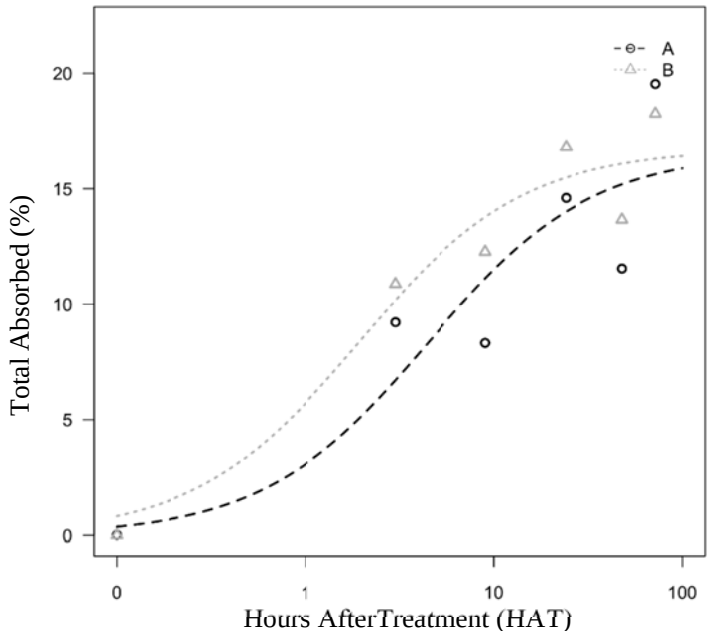


Figure 1. Absorption of foliar-applied ^{14}C-sulfometuron-methyl at 2, 4, 8, 12, 24, and 72 (HAT), expressed as the percentage of application.A: 2-3 leaf; B: 5-6 leaf.

Autograph studies of herbicide translocation showed that the herbicide remained in the treated leaves until 48 HAT, in 2-3-leaf stage plants. At 72 HAT, the herbicide translocated to the leaves above and below the treated leaf, besides roots. In case of 5-6-leaf stage plants, no translocation of the herbicide was observed, despite of the fact that the herbicide was translocated to the roots of the plants (72 HAT).

CONCLUSIONS

The absorption of sulfometuron-methyl is similar in plants at different stage of development, but on the other hand, the pattern of translocation is different.The highest percentage of translocation was found in the stalks for stage 2-3 leaf (3.5% 72 HAT) and in the roots for 5-6 leaf (2.3% 72 HAT). In this way, the percentages of translocation may indicate selectivity difference between development stages of sugarcane.

REFERENCES

(1) CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento http://www.conab.gov.br (accessed Feb 19, 2017).

(2) Assis, J. S. J. Seletividade do herbicida diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar, 2015. 70p.Dissertação (Mestrado em Ciências - Área concentração Fitotecnia) - Escola Sperior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2015.

(3) Vidal, R. A.; Merotto Jr., A.; Schaedler, C. E.; Lamego, F. P.; Portugal, J.; Menendes, J.; Kozlowski, L. A.; Trezzi, M. M.; Prado, R. do. Mecanismo de ação de herbicidas. In Biologia e Manejo de Plantas Daninhas; Monquero, P. A., Ed.; Rima Editora: São Carlos, 2014; pp 235–256.

CONTROL DE ARVENSES Y EFICACIA DE HERBICIDAS PRE EMERGENTES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

WEEDS CONTROL AND EFFECTIVENESS OF PRE-EMERGING HERBICIDES IN SUGARCANE CROP

Barrera, M [(1)]*, García, A [(2)]*, Terrero, J [(3)]*, Cisneros, G. [(4)]*, Argote, M[(4)]*, Peña, L.[(1)]*, Cervera, G.[(1)]*, Cobas, A.[(1)].

[(1)] Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas. Guantánamo. Km ½ Carretera a El Salvador. Montesano.
[(2)] Empresa Azucarera Santiago de Cuba.
[(3)] Empresa Azucarera Guantánamo.
[(4)] UBPC "Manuel Sánchez".
***Email:** marta.bf@inica.gm.azcuba.cu.

RESUMEN

La caña de azúcar en Cuba es el cultivo de mayor historia en la nación, por tanto, preservar sus áreas limpias de arvenses proporciona un lecho ideal para lograr resultados exitosos en los rendimientos. Los herbicidas preemergentes son métodos de control de malezas que aseguran efecto prolongado cuando se aplican en el momento oportuno, razón para evaluar su eficacia en la unidad productora de caña "Manuel Sánchez", entre los meses Abril-Agosto del 2015 en retoño cosechados verde, con seis tratamientos y tres réplicas. El análisis estadístico demostró que los tratamientos mantuvieron el área por debajo del 5% de enyerbamiento ante las especies *Rottboellia cochinchinensis*, *Cynodon dactylon*, *Ipomea trifida*, *Cyperus rotundus* y *Dichanthium annulatu.* Además, mostraron selectividad al cultivo ante la variedad B7274, siendo isoxaflutol GD 75 (Palmero) el de menor costo por días limpios, mientras que la mezcla formulada de Merlin Total SC 60 fue la de mayor costo, aunque mantuvo 5 días limpios más.
Palabras claves: Preemergentes, malezas y selectividad.

ABSTRACT

Sugar cane is the most important crop in Cuba; therefore, preserving its commercial fields free of weeds provides successful results in yields. Preemergent herbicides are control methods that ensure a prolonged effect when applied in a timely manner, a reason to evaluate their effectiveness in the "Manuel Sánchez" cane production unit, between April-August 2015 in green harvested shoots. With six treatments and three replicates, statistical analysis showed that the treatments maintained the area under 5% of infestation with *Rottboellia cochinchinensis*, *Cynodon dactylon*, *Ipomea trifida*, *Cyperus rotundus* and *Dichanthium annulatu.* Besides they showed selectivity to the variety B7274, being Palmero GD 75 (*isoxaflutol*) the lowest in cost for clean days, while the formulated blend of Merlin Total SC 60 was the most expensive.
Keywords: Preemergent, weeds and selectivity.

INTRODUCCIÓN

En Cuba la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) ocupa importantes recursos para el beneficio de quienes la producen, pero la competencia de las arvenses entre otras causas, dificulta lograr mejores resultados, debido a las pérdidas del rendimiento causadas por su permanencia.

Para el control de malezas, los mejores resultados de eficacia se han obtenido con el control químico, especialmente con los herbicidas preemergentes por presentar amplio espectro de control de malezas con elevada residualidad.

Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el control de arvenses frente a diferentes herbicidas preemergentes y tolerancia al cultivo de la caña de azúcar, así como determinar la eficacia económica de los tratamientos ante las condiciones de la unidad productora Manuel Sánchez.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Empresa Azucarera "Argeo Martínez" de la provincia de Guantánamo en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Manuel Sánchez", en 10.5ha sobre suelo pardo con carbonatos, entre los meses Abril- Agosto del 2015 en una cepa de retoño cosechado verde. El medio de aplicación empleado fue la asperjadora UNIGREEN con boquilla abanico plano y una solución final de 204 L/ha, sobre la variedad B7274. Las aplicaciones se realizaron en etapa de preemergencia de las arvenses cinco días después de la cosecha (ddc) sobre cobertura de residuos de cosecha, en área de secano, con un diseño experimental en franja o Zade con tres réplicas y seis tratamientos, los que se exponen en la tabla I.

Tabla I.- Descripción de los tratamientos.

No.	Tratamientos	Dosis (kg ó L/ha)
1	Testigo absoluto	**-**
2	IFT* GD 75 (Merlin, estándar)	**0.230**
3	IFT* GD 75 (Merlin, estándar) + Indaziflan SC 50 (Alion)	**0.150 + 0.080**
4	IFT* GD 75 (Palmero)	**0.230**
5	IFT* GD 75 (Palmero) + Indaziflan SC 50 (Alion)	**0.150 + 0.080**
6	**Merlin Total SC 60 (mezcla formulada)**	**0.250**

***IFT: isoxaflutole**

Las precipitaciones en la etapa de estudio, sumaron un total de 201 mm de lluvia. Los chequeos se realizaron a los 30, 60, y 90 días después de la aplicación (dda), utilizando la evaluación de porcentaje de cobertura de las malezas y la escala EWRS de 9 grados (Johannes y Schuh, 1971) para la tolerancia al cultivo.

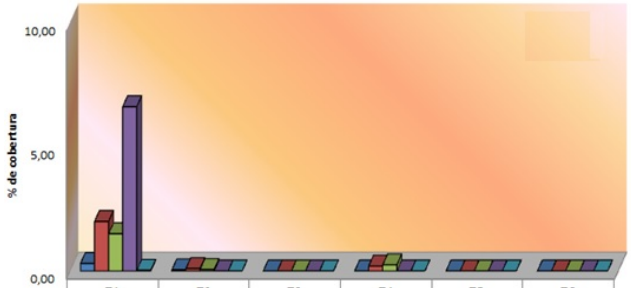
Los porcentajes de coberturas generados de las evaluaciones fueron transformadas por la ecuación $x = 2\,arc\,sen\,\sqrt{p}$ (Lerch, 1977), los que fueron empleados posteriormente para el análisis estadístico de los resultados, realizado por el paquete estadístico STATISTICA 6.1, con un análisis de varianza y la comparación de medias a través de la prueba estadística de rango Newman-Keuls ($p \leq 0,05$). Para determinar la viabilidad económica del estudio se realizó la valoración económica a partir del costo de cada tratamiento y los días limpios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el momento del montaje el área se encontraba libre de arvenses, pero cotidianamente habitan cuatro especies monocotiledóneas *Cyperus rotundus* (cebolleta), *Cynodon dactylon* (hierba fina), *Dichanthium annulatum* (jiribilla pitilla, villaclareña); *Rottboellia cochinchinensis* (zancaraña) y una dicotiledónea *Ipomea trifida* (bejuco aguinaldo). En los días sucesivos posterior a la aplicación se registraron 85 mm de lluvia que provocó la aparición de algunas especies de malezas en el área de estudio.

Las figuras 1 y 2 muestran la respuesta de las arvenses a los 30 y 60 dda respectivamente, donde se observa la efectividad de los tratamientos. Los resultados del porcentaje de cobertura a los 60 dda muestran la

aparición de las arvenses que habitan en el área en todos los tratamientos, sin embargo la *Cyperus rotundus* y la *Rottboellia cochinchinensis* continuaron ausentes en los tratamientos T_3 (IFT* GD 75 + Alion SC 50) y T_5 (Palmero GD 75 + Alion SC 50). El testigo absoluto continuó aumentando el porcentaje de cobertura al presentar valores superiores comparados con el resto de los tratamientos tratados.



	T1	T2	T3	T4	T5	T6
C. rot.	0,31	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
C. dac.	2,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,00
I. tri.	1,50	0,06	0,00	0,25	0,00	0,00
D. ann.	6,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R. coc.	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 1 Respuesta de las arvenses a los 30 dda

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
C. rot.	7,60	0,70	0,00	1,30	0,00	0,20
C. dac.	6,10	1,60	0,63	0,60	0,80	0,30
I. tri.	6,40	0,90	0,20	1,70	0,60	0,70
D. ann.	11,60	1,10	0,28	1,50	0,60	0,60
R. coc.	8,30	1,80	0,00	1,40	0,00	0,50

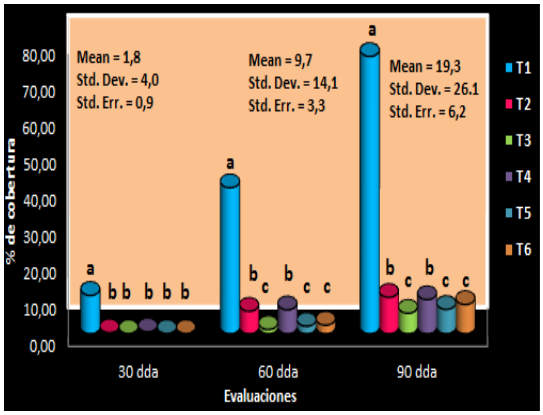
Figura 2 Respuesta de las arvenses a los 60 dda

Las arvenses presentes en el área de evaluación a los 90 dda (figura 3) mostraron valores por debajo del 5% de cobertura, lo que indica la eficacia de los tratamientos sobre las arvenses tratadas en el momento oportuno, no obstante, algunas presentaron mejor respuesta como la *Ipomea trifida* ante los tratamientos IFT* GD 75 (T_2) y Merlin Total (T_6), la *Cyperus rotundus* frente a IFT* GD 75 + Alion SC 50 (T_3), la *Cynodon dactylon* tratada con Palmero GD 75 (T_4) y la *Rottboellia cochinchinensis* en el tratamiento Palmero GD 75 + Alion SC 50 (T_5). Las malezas no tratadas en el testigo absoluto aumentaron el porcentaje de cobertura respecto al resto de los tratamientos, aunque estas no excedieron del 20% por arvenses.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
C. rot.	14,90	1,60	0,70	1,90	1,40	1,60
C. dac.	11,50	2,90	1,16	1,20	1,50	1,82
I. tri.	13,60	1,30	1,60	2,30	1,50	1,24
D. ann.	19,10	1,93	1,00	2,00	1,32	1,40
R. coc.	16,90	2,20	1,10	1,90	0,90	1,90

Figura 3 Respuesta de las arvenses a los 90 dda

El porcentaje de cobertura por tratamientos en cada evaluación (figura 4), muestra que a los 30 dda el testigo absoluto presentó diferencia significativa al resto de los tratamientos, los que a su vez no mostraron diferencia entre ellos. A los 60 dda el testigo sin tratar se diferenció significativamente del resto de los tratamientos, mientras que los tratamientos T_2 (estándar) y T_4 (Palmero GD 75) presentaron valores similares por lo que no existió diferencia entre ellos, aunque si lo fue respecto a los tratamientos T_3, T_5 y T_6 mostrando respuesta similar de las arvenses. A los 90 dda los resultados fueron similares a los



obtenidos a los 6dda. Figura 4 Porcentaje de cobertura por tratamientos

Los estudios realizados por el equipo Bayer (2013) mostraron similares respuestas de las arvenses frente a herbicidas de igual ingrediente activo independientemente si es producto formulado o mezcla en tanque Merlin + Alion y Merlin Total respectivamente y un control total sobre gramíneas y hojas anchas con efecto residual de hasta 120 días de control. En los resultados presentados por García (2012) exaltó la eficacia del Palmero GD 75 de la compañía ADAMA al compararlo con el Merlin GD 75 de Bayer en el control pre emergente de las monocotiledóneas y dicotiledóneas anuales estudiadas en suelos Pardo Sialítico Cálcico en Villa Clara.

La tabla II muestra los resultados económicos de los tratamientos donde se observa la relación por días limpios, se destaca el isoxaflutol GD 75 (Palmero) con menor costo por días limpios; la mezcla formulada Merlin Total resultó el de mayor costo, pero mantuvo 100 días limpios y minimizó el rango de error en la preparación del producto.

Tabla II.- Valoración económica.

No.	Tratamientos	Dosis (kg ó L/ha)	Costo $/ha	Días Limpios	Costo/ día limpio
1	Testigo absoluto	-	-	-	-
2	IFT* GD 75 (estándar)	0.230	35.68	95	0.37
3	IFT* GD 75 (Merlin, estándar) + Indaziflan SC 50 (Alion)	0.150 +0.0 80	36.77	100	0.36
4	IFT* GD 75 (Palmero)	0.230	32.11	95	**0.33**
5	IFT* GD 75 (Palmero) + Indaziflan SC 50 (Alion)	0.150 + 0.080	34.44	100	0.34
6	Merlin total SC 60 (mezcla formulada)	0.250	39.25	100	0.39

CONCLUSIONES

1. Los tratamientos empleados mantuvieron la cobertura de arvenses *Rottboellia cochinchinensis*, *Cynodon dactylon*, *Ipomea trifida*, *Cyperus rotundus* y *Dichanthium annulatum*, por debajo del 10% de enyerbamiento.
2. Los tratamientos con ingredientes activos similares de IFT* GD 75 (Merlin, estándar) e IFT* GD 75 (Palmero) no presentaron diferencia significativa entre ellos, de igual manera ocurrió con las mezclas de isoxaflutol + indaziflam (Merlin + Alion y Palmero + Alion) y la mezcla formulada de Merlin Total los que mostraron un control semejante sobre las especies.
3. Los tratamientos evaluados manifestaron selectividad al cultivo frente a la variedad B7274.
4. El tratamiento de menor costo por días limpios fue el IFT* GD 75 (Palmero), mientras que la mezcla formulada de Merlin Total SC 60 fue la de mayor costo, no obstante, mantuvo 5 días limpios más que la anterior.

REFERENCIAS

1. Johannes H. y Schuh J. (1971). Das bonitierung schema 1-9. European Weed Research Council (EWRC), Begbroke Hill, Kidlington, Oxford.
2. Bayer CropScience. (2013). Control total sobre gramíneas y hojas anchas. Plegable y Presentaciones XIV Taller Nacional Bayer CropScience-AZCUBA. La Habana. Cuba.
3. García I. (2012). Palmero GD 75 (isoxaflutol) en el control de malezas en caña de azúcar. Reunión Grupo de Experto Nacional del SERCIM. Resultados de Prueba de producto. La Habana. Cuba.

CAMBIOS EN LA FRECUENCIA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SEIS ESPECIES DE ARVENSES

CHANGES AND DISTRIBUTION IN GEOGRAPHYC FREQUENCY OF SIX WEEDS SPECIES

Barreto, B.C.[1]*, Martínez, R[1*], Zuaznábar, R.[1]

[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléfonos: (537) 260 2571, (537) 262 4436-37.

*e-mail: barreto@inica.azcuba.cu

RESUMEN

En Cuba las arvenses constituyen la segunda causa de afectación de los rendimientos agrícola e industrial. El principal daño en la caña de azúcar es la competencia que ejercen durante los primeros meses, hasta el cierre de campo. Pueden ocasionar pérdidas de hasta 1 t ha^{-1} de azúcar cada 15 días de competencia. La investigación se realizó con el objetivo de identificar las especies de arvenses de más difícil control, así como sus cambios de frecuencia y distribución, en las áreas cultivadas con caña de azúcar. Se utilizó la base de datos de las encuestas de arvenses realizadas por el Servicio de Control Integral de Malezas en todas las provincias del país, en el período 2007 - 2015. Se observó *Dichanthium annulatum, Sorghum halepense, Panicum máximum, Cynodon dactylon, Brachiaria mutica, Cyperus rotundus*) en todas las provincias del país, siendo las dos primeras las que mostraron la mayor frecuencia de aparición.
PALABRAS CLAVE: Caña de azúcar, arvenses, frecuencia de aparición de arvenses.

ABSTRACT

In Cuba weeds are the second cause of affecting yields. The main damage is the competition they exert during the sprouting stage of the sugar cane, until the closure of the field. They can cause losses of up to 1 t of sugar ha-1 every 15 days of competition. The research was carried out with the objective to identifying the six most difficult weed species, as well as frequency and distribution changes, in areas cultivated with sugarcane. It was used the database of weed surveys carried out by the Integral Weed Control Service in all provinces of the country in the period 2007-2015. It was observed *Dichanthium annulatum, Sorghum halepense, Panicum máximum, Cynodon dactylon, Brachiaria mutica ,Cyperus rotundus* in all the provinces of the country, the first two showing the highest frequency of occurrence.
Palabras clave: Sugarcane, weeds, weeds appear frequency.

INTRODUCCIÓN

La competencia de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar influye negativamente en su desarrollo, con pérdidas directas en los rendimientos agrícolas e industriales. Las arvenses son hospederas de plagas y enfermedades, extraen grandes cantidades de nutrientes del suelo, incluyendo aquellos suministrados por los fertilizantes [1], además de obstaculizar la cosecha. En Cuba se reconocen 32 especies principales que compiten con este cultivo [2], de las cuales seis son denominadas según el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) como ¨malezas problemas¨ debido a su modo de reproducción, su poder de multiplicación, abundancia, daños que ocasionan y dificultades para su control, estas son: pitilla villareña (*Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf.), don Carlos (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), hierba de Guinea (*Panicum máximum* Jacq.), hierba fina (*Cynodon dactylon* (L.)), paraná (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapfz.) y cebolleta (*Cyperus rotundus* (L.)). Para conocer su comportamiento y distribución geográfica en las áreas cañeras de Cuba se trazó como objetivo la identificación de las mismas y evaluación de su frecuencia de aparición, en todas las áreas cañeras del país en la etapa comprendida desde 2007 hasta 2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución de la investigación se tomaron los datos aportados por las encuestas de identificación de arvenses realizadas por el SERCIM desde el año 2007 hasta el 2015 en todas las Unidades de Producción de Caña (UPC) del país. La identificación se realizó por el método visual según [3]. Los campos se recorrieron por sus diagonales y se utilizaron manuales de identificación de arvenses. La distribución de las especies en el campo se determinó a través de su frecuencia relativa, la que se calculó mediante la ecuación: $F(x) = (A/B) \times 100$; dónde A es el número de muestras en que concurre la especie y B es el número total de muestras tomadas. De acuerdo con el valor de frecuencia establecido por [4], las especies se clasificaron en las categorías de: Accidental (< 25 %); Poco frecuente (desde ≥25 hasta ≤49 %); Medianamente frecuente (desde ≥50 hasta ≤74 %) y Muy frecuente (desde ≥75 hasta ≤100 %).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clasificación realizada mostró que las seis especies de arvenses identificadas pertenecen a la clase *Liliatae*, familia *Poaceae*, la cual es reportada en varios países como la más importante, ya que aporta la mayor cantidad de especies en varios sistemas agrícolas [5].

En la Figura 1 se muestra la dinámica de frecuencia de aparición de las arvenses de difícil control desde 2007 hasta 2015. Se observa que la pitilla villareña fluctúa entre las categorías de Medianamente frecuente y Muy frecuente, el don Carlos se mantiene estable en la categoría de Medianamente frecuente en todo el periodo; la hierba fina muestra un incremento hasta 2008, momento a partir del cual se estabiliza su comportamiento en la categoría Poco frecuente, mientras que paraná y cebolleta se mantienen estables en las categorías de Poco frecuente en todo el periodo.

El comportamiento mostrado por las seis arvenses analizadas manifiesta su difícil control, ya que su frecuencia de aparición no disminuye en el tiempo, todo lo contrario, la tendencia es a incrementarse en algunas de ellas, lo que ratifica lo definido por [6] al denominar estas especies como arvenses problema, debido a su modo de reproducción sexual y asexual, su poder de multiplicación, abundancia y daños que ocasionan lo cual hace más difícil su manejo.

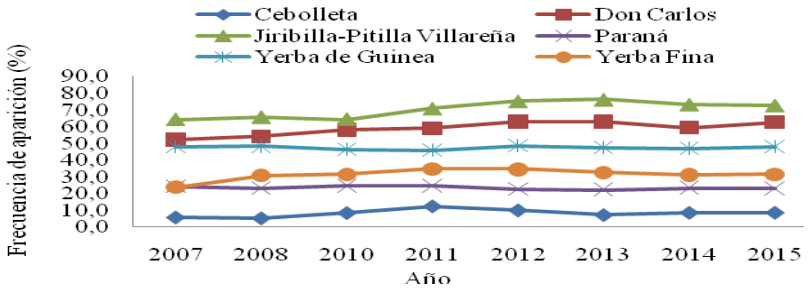


Figura 1. Frecuencia de aparición de las arvenses analizadas en el período 2007-2015

De las seis especies de arvenses identificadas en el año 2015 dos de ellas clasifican como Medianamente frecuentes, dos Poco frecuentes y dos Accidentales (Figura 2).

En la categoría de Medianamente frecuente la pitilla villareña muestra predominio en la frecuencia de aparición, con 72.8 %, lo que la cataloga como una de las más comunes y de difícil control asociadas al cultivo de la caña de azúcar [7]. Esta especie es altamente nociva y hospedante de plagas. Le sigue el don Carlos, con 62.6 %, el cual es considerado una especie muy invasora, que puede producir hasta 25 t ha^{-1} de rizomas que facilitan su rápida propagación. La preparación de suelo deficiente, constituye una de las causas

del incremento de esta especie. Esta es una de las arvenses de mayor riesgo de transmisión de varias enfermedades, por lo que su presencia en las áreas cañeras, constituye un serio peligro fitosanitario.

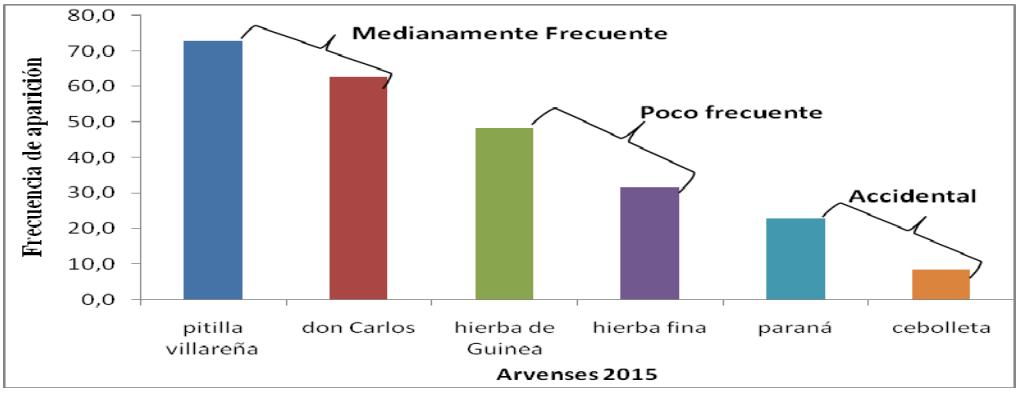


Figura 2. Clasificación de las arvenses analizadas por categoría de frecuencia de aparición en el año 2015.

En la categoría de Poco frecuente se sitúa la hierba de Guinea con 48.3 %, considerada como una invasora, altamente nociva. La quema de la cosecha favorece su reproducción. Puede ser controlada de manera efectiva con herbicidas graminicidas en general y el descepe manual, una vez definida la macolla es muy efectivo.

En esta categoría también se encuentra la hierba fina con 31.6 % de aparición, muy resistente a los herbicidas y es considerada como gran competidora y de fuerte poder alelopático, con la eliminación de plantas cultivadas, entre ellas, la caña de azúcar [8].

En la categoría Accidental el paraná ocupa una frecuencia de 23 %, seguida de la cebolleta con 8.6%. Esta última a pesar de su bajo valor de frecuencia de aparición con relación a las demás, es una especie altamente nociva porque afecta a todas las plantas cultivadas. Es muy agresiva en la cepa de caña planta, porque en ocasiones llega a cubrir toda el área plantada e inhibe su germinación por su gran poder alelopático. Los controles mecánicos favorecen la propagación al cortar los tallos que conectan la cadena, al romper la dominancia apical con la estimulación de la brotación de los bulbos. Es capaz de absorber significativas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio [1].

Al analizar el comportamiento de las seis arvenses de difícil control por provincia en el año 2015 (Figura 3),

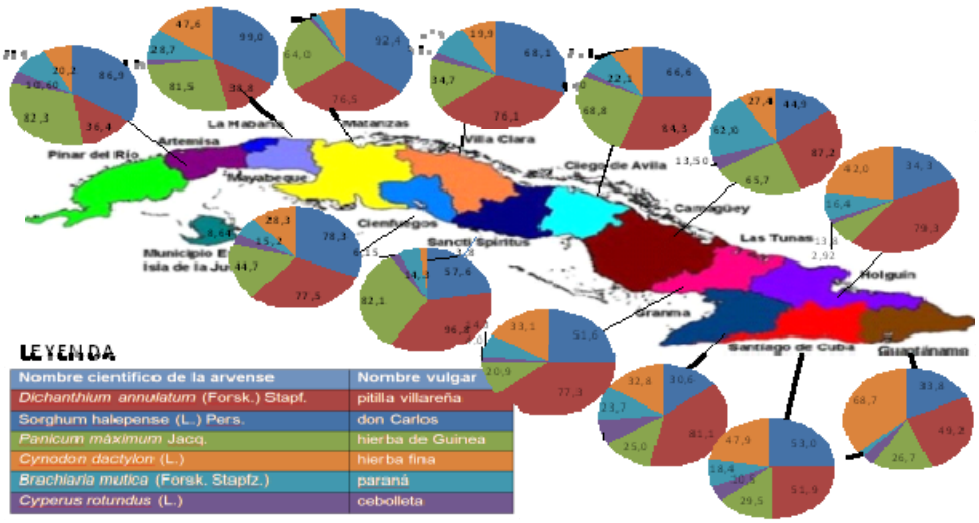


Figura 3.Distribución y frecuencia de aparición de las arvenses de difícil control por provincia.

se pudo observar que la pitilla, es la arvense de mayor predominio desde la provincia Matanzas hasta Granma, seguida de don Carlos que aparece distribuida desde la provincia Artemisa hasta Ciego de Ávila y por último, la hierba de Guinea que muestra su mayor incidencia en las provincias Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Santis Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey.

La mayor frecuencia de aparición del Paraná se presentó en la provincia Camagüey, lo que corrobora lo planteado por [9], relacionado con su presencia en lugares húmedos y de mal de drenaje, como los de esta provincia.

En el caso de la hierba fina, la mayor frecuencia de aparición está en las provincias Santiago de Cuba, Guantánamo y Holguín, mientras que la cebolleta está presente con mayor frecuencia en las provincias Granma y Camagüey.

CONCLUSIONES

1. Las seis arvenses de difícil control se encuentran presentes en todas las provincias del país, mostrando un comportamiento estable en las categorías de clasificación de frecuencia de aparición en los seis últimos años analizados.
2. Las arvenses de mayor porcentaje de frecuencia de aparición fueron pitilla villareña y don Carlos.

REFERENCIAS

1. Díaz, J.C. y Zuaznábar, R.. Extracción de N, P, K por cinco especies de arvenses y dos variedades de caña de azúcar sobre suelo Ferralítico Rojo. Rev. INICA, 1987, 3, p.46-59.
2. Díaz, J.C. Procedimientos del servicio de control integral de arvenses (SERCIM) en caña de azúcar. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. 2006, 100 pp.
3. Bernal, N. y Arzola, N. Reporte de trabajo de diagnóstico agrícola realizado durante el periodo de mayo 8 a junio 26 de 2010 en el Ingenio Ecudos, S.A, Ecuador. Guayaquil.
4. Díaz, J.C.: PC Malezas. Programa Automatizadopara el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM). *Rev. ATAC*, 65 (3): 8, 2003.
5. Hernández, H.; Santana, O.; Díaz, J. C.; Chinea, A.; González., Y. Prueba de extractos de plantas alelopáticas para el control de arvenses. Memorias del 60 Aniv. EPICA Matanzas. 2009. CD-ROM ISSN 1028- 6527, Matanzas, Cuba., 7 pp.
6. Procedimientos del servicio de control integral de malezas (SERCIM) en caña de azúcar. (2006). Ed. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. 100 p.
7. Barrera, M.; Peña, L.; Matos, J.; Cervera, G.; Peña, M.; Barquiet, O.; Gámez, H. y Cobas, A. ¿Será la encuesta de arvenses una herramienta para las recomendaciones del Servicio de Control Integral de Arvenses? Estudio de caso, de la interacción práctica con los productores. En: Conferencia Técnico-Productiva (XXX: 2014, Junio, 14-15: Palma Soriano). [CD-ROM]. Conferencia Técnico-Productiva por el XXX aniversario de la Estación Territorial.
8. León, D. Información básica sobre la competencia entre las arvenses y los cultivos. UDO. Curso de mejoramiento en protección vegetal. 1987. p. 36-43.
9. Morales, M., Muñiz, H.; Rodríguez, C.N. y Díaz, J.C. Efecto de las malas hierbas en el desarrollo de la caña de azúcar sobre suelos Oscuros Plásticos. 1996. Bol. INICA, 2:11-23.

PRE-EMERGENCE CONTROL STRATEGIES OF PALMER AMARANTH (*AMARANTHUS PALMERI* S. WATS) IN URUGUAY´S SOYBEANS

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE *AMARANTHUS PALMERI S. WATS* EN PRE EMERGENCIA DE SOJA EN URUGUAY

Belgeri, A.*; Álvarez, E.; De Vries, J.; Gabriel A.

AGROTERRA S.A.
Corresponding author: *abelgeri84@gmail.com

ABSTRACT

Palmer Amaranth is an extremely aggressive weed, with great invasion and interference capacity. Large infestations of this weed have been confirmed in the South-American region and more recently in Uruguay. The aims of this study were to characterize the emergence pattern of Palmer Amaranth; to evaluate pre emergence herbicides for its control in soybean crops and to evaluate soybeans varieties tolerance to these herbicides. Three experiments were installed on commercial fields where high infestations of *Amaranthus spp*. were expected. Palmer Amaranth´s maximum emergence rate happened in mid-November when temperature and humidity conditions where best for the species requirements. The presence of Palmer Amaranth determined a 75% drop in crop yield without any kind of weed management. Results showed that all pre emergence herbicides tested were secure to the soybeans varieties used in this study and under the year´s conditions. Pre-emergence herbicides showed different control efficiencies as varying rates were applied.

KEY WORDS: Resistance; soil-applied herbicides; phytotoxicity.

RESUMEN

Amaranthus palmeri es una maleza sumamente agresiva, con gran capacidad de invasión e interferencia. Densas infestaciones de esta maleza existen en la región y más recientemente en Uruguay. El presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar sus patrones de emergencia; evaluar la eficiencia de control de herbicidas pre-emergentes en el cultivo de soja y evaluar los efectos de fitotoxicidad al cultivo. Se instalaron tres experimentos en chacras comerciales donde se esperaba una alta infestación de *Amaranthus* spp. El pico de emergencia de *Amaranthus palmeri* ocurrió a mediados de noviembre, cuando se presentaron las mejores condiciones de temperatura y humedad para la especie. La presencia de la maleza sin ningún manejo determinó una caída del 75% en el rendimiento del cultivo. Todos los herbicidas evaluados fueron seguros para los cultivares de soja utilizados y bajo las condiciones del año de evaluación. Los tratamientos mostraron diferentes eficiencias de control.

PALABRAS CLAVE: Resistencia; herbicidas de suelo; fitotoxicidad.

INTRODUCTION

In Uruguay, crop production has traditionally been undertaken by rotating pastures for beef cattle production and crops in the same area across years. However, in the last fifth-teen years the Western agricultural area of Uruguay has experienced an intensification partially associated with the high adoption of no-tillage systems together with transgenic glyphosate-resistant soybean crops. The sowing area of this crop has increased dramatically from 500.000 há. to 1.558.000 há. (4). The strong dependence on using herbicides in no-tillage systems and the introduction of glyphosate herbicide-resistant cultivars has increased the frequency of the herbicides' treatments, imparting a high selection pressure to those weed species more

tolerant to this chemical. In the short term, these systems face the risk of weed shifts to glyphosate-tolerant species and in the long term, a higher risk of occurrence of glyphosate-resistant weed biotypes (7). Previous results have already shown shifts of the weed flora in the country (2). More recently, the situation has worsen as weed species seeds have been introduced with imported machinery and these biotypes have shown to be resistant to several modes of action as in their country of origin. This has been the case with *Amaranthus palmeri* S. Wats. in Uruguay.

Palmer Amaranth, an annual native to the United States (EEUU) and North of Mexico, has become both resistant to glyphosate and ALS inhibitors in the EEUU, to multiple modes of action and resistant to FII inhibitors, PPO inhibitors and HPPD inhibitors in other regions (6). This weed, considered one of the 10 worst world herbicide resistant weed (8) has recently been detected in Uruguay; possibly as already resistant to glyphosate and ALS inhibitors, becoming a great threat to crop production systems in the country. The use of pre emergence herbicides has shown to be the foundation of all Palmer Amaranth herbicide control programs in soybean crops. The present study aimed to 1) characterize the emergence pattern of the weed under Uruguay´s conditions as to improve pre emergence herbicides efficiency; 2) evaluate different pre emergence herbicides control in soybean crops and 3) evaluate phytotoxicity effects of these herbicides to the crop.

MATERIALS AND METHODS

The experiments were installed in the South-West agricultural area of Uruguay (Lat. 33° 15’ 8’’S Long. 58° 1’ 41’’W), departments of San José and Soriano. Paddocks under no-tillage for a number of years and with available information regarding glyphosate applications and crop rotation were selected. Three sites were included (soil pH between 5,13 to 5,89 and organic matters 2,86 to 4,36%) as they were expected to have high infestations of *Amaranthus spp*. The climate is characterized by temperate conditions; from a 30 year average the annual precipitation is 1236.5 mm, occurring evenly throughout the year. The mean night temperatures are lower than 5.5^{o}C in winter and above 30°C in day in summer (5).

Experiments were set up using a completely randomized block design with four repetitions (i.e. rectangular plots of 2 x 10 m size) and 12 herbicide treatments plus a control treatment without herbicide application and a hand-weeded control treatment (Table 1). Herbicide treatments were performed between 0 and 3 days after seeding the Asgrow 6211, DM5.9i and Nidera 5258 soybean cultivars and using CO_2 spraying equipment with Teejet AI 110 02 flat spray tips and 110 L/ha of water. Weather conditions (air humidity, wind speed and temperature) were recorded at the time of each application, not being limiting for the application of soil-applied herbicides at any of the occasions.

Palmer Amaranth´s emergence pattern was determined by counting and removing seedlings in 0,5 m^2 grids every 15 days and until 60 days after the crops seeding. Control efficiency was evaluated 15, 30, 45 and 60 days after the herbicide treatments (DAA) using a visual scale from 0 to 100% (1). Soybean tolerance was evaluated by visual injury (15, 30 and 45 DAA; 1), crops implantation (15 and 30 DAA), plant height, internode distance, crop development stage (45 and 60 DAA) and crop yield.

All data sets were analyzed by an Analysis of Variance using a General Linear Model in Statistical Analysis System (S.A.S.). The general linear model was set up for each site with treatments as the factor for the analysis; when significant treatment effects were detected, pair wise comparisons of the means were undertaken using Tukey HSD method with 95.0% confidence intervals. According to normality tests a root-arcsine transformation of the data was performed when necessary.

Table I. Herbicide treatments tested at all the 3 sites. WG: wettable granules; SC: soluble concentrate; DG: dispersable granules.

Herbicide treatment		Rate (g i.a. ha^{-1})
1	Sulfentrazone-metribuzin (18%-27% WG)	144 + 216
2	Sulfentrazone-metribuzin (18%-27% WG)	198 + 297
3	Sulfentrazone-metribuzin (18%-27% WG)	252 + 378
4	Sulfentrazone (50% SC)	150
5	Sulfentrazone (50% SC)	200
6	Sulfentrazone (50% SC)	250
7	Metribuzin (48% SC)	288
8	Metribuzin (48% SC)	384
9	Metribuzin (48% SC)	672
10	Diclosulam (84% DG)	25.2
11	Diclosulam+sulfentrazone (84% WG+50% SC)	25.2 + 200
12	Flumioxazin (48% SC)	72
13	Hand-weeded control	----
14	Control	----

RESULTS AND DISCUSSION

The major emergence pulses of the weed occurred during the first weeks of November, decreasing from mid-November and onwards (Fig. 1). Adequate temperature and soil moisture conditions for the species germination were registered two weeks previous to that date (19°C and 95 mm accumulate rainfall). Afterwards, emergence cohorts were less abundant given the decreasing number of seeds able to germinate in the seedbank, less optimal environmental conditions and the crops competence. After the first emergence peak, cohorts remained stable between 40-50 seedlings every 15 days (Fig. 1).

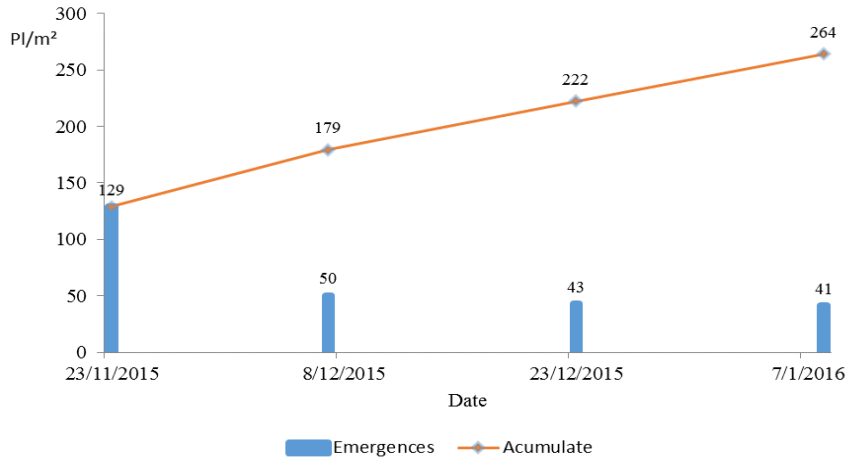


Fig 1. Emergence pattern of Palmer Amaranth per survey date and accumulate sum of emergences along the survey period.

Fifteen DAA, treatments 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11 and 12 showed significantly better control efficiencies than the control treatment (Fig. 2). Sulfentrazone+metribuzin showed better control efficiencies as the rate increased, which is consistent with previous results (3). Metribuzin showed to be an important constituent for the mix as the control efficiency of sulfentrazone alone was, in average for all 3 treatments, only 40% 60 DAA. Diclosulam, an ALS inhibitor herbicide, showed the least control efficiency of all tested treatments, significantly improving in mix with sulfentrazone (treatment 11). Control efficiency of this mix was similar to that of sulfentrazone alone at equal rate (treatment 5) suggesting resistance of this Palmer Amaranth´s biotype to ALS inhibitors. Flumioxazin also showed good control efficiencies at all evaluation

times (Fig. 2). At harvest, the control treatment showed 75% less yield in comparing to that treatments with best control efficiencies (treatments 3, 9 and 12).

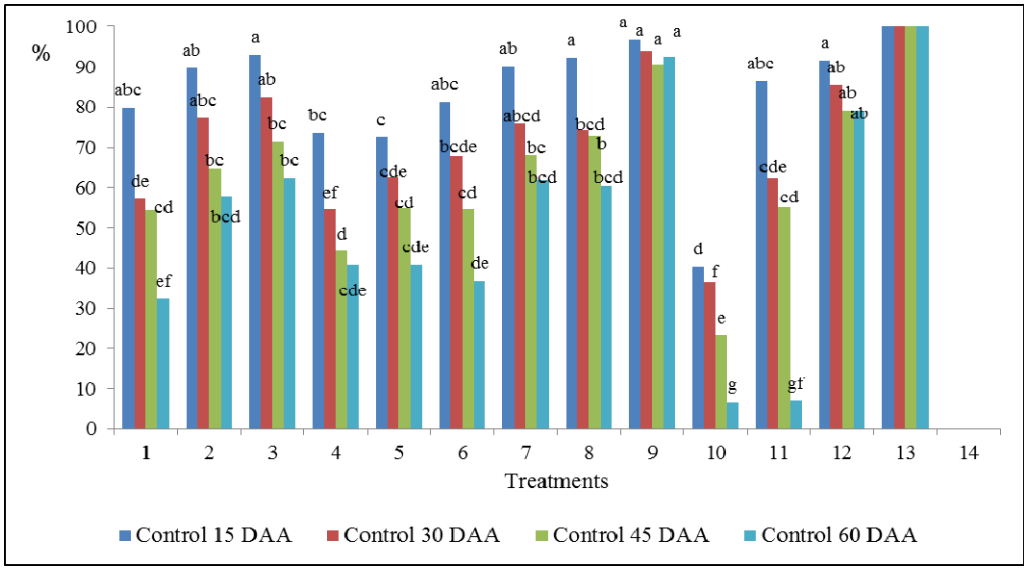


Fig. 2. Control efficiency (%) of *Amaranthus palmeri* for the 12 pre emergence herbicide treatments tested at 15, 30, 45 and 60 days after application.

For all treatments at all evaluated times, no visual injury was observed on the crop, and there was no significant reduction in implantation, growth and development for the 3 soybean varieties used.

CONCLUSSIONS

Palmer Amaranth´s maximum emergence rate happened in mid-November when temperature and humidity conditions where best for the species requirements. The presence of the weed determined a 75% drop in crop yield without any kind of weed management. The sulfentrazone-metribuzin premix (252 + 378 g i.a. ha^{-1}), metribuzín (672 g i.a. ha^{-1}) and flumioxazin (72 g i.a. ha^{-1}) showed the best control efficiencies up to 60 DAA. Results showed that all pre emergence herbicides tested were secure to the soybeans varieties used in this study and under the year´s conditions.

REFERENCES

1. ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1977. Métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. In: Congreso ALAM (2°, 1977. Cali, CO). Trabajo presentado. s.n.t. pp. 6-12.
2. Belgeri, A.; Caulin, M. P .2008. Comunidades de malezas en siembra directa en el litoral agrícola centro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
3. Cepeda, S. A.; Felipe, D. J.; Osso, E.; Milani, G.; Giménez, F.; Defelipppo, F. 2015. Eficiencia de metribuzin y sulfentrazone en el manejo de *Amaranthus palmeri*. In: Congreso Latinoamericano de Malezas ALAM (21°., 2015, Buenos Aires, Argentina). Ciencia y producción; hacia un manejo racional. Buenos Aires, s.e. pp. 130-133.
4. Department of Agricultural Statistics, Uruguay, DIEA (2016). Novedades http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,352,O,S,0,MNU;E;27;6;MNU.
5. GRAS, Agro-climate and Information System Group, National Agriculture Institute –INIA, Uruguay (2016) http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico.
6. Montoya, J. C.; Garay, J. A.; Cervellini, J. M. 2015. Amarantáceas en la región semiárida central Argentina; La Pampa y San Luis. San Luis, INTA. 28 p. (Serie técnica no. 113).
7. Powles, S.B. (2008). Review: Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science* 64: 360-365.
8. Valverde, B. E.; Heap, I. M. 2010. El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo. In: Seminario Internacional Diagnóstico y Manejo de la Resistencia a Herbicidas (44°., 2010, Temuco, Chile). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 1-26.

SISTEMA DE ACCIONES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE TRES ESPECIES ARVENSES EN ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS

SYSTEM OF ACTIONS FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THREE SPECIES OF WEEDS IN AGRICULTURAL ECOSYSTEMS

Vargas, B[1]*, Pupo, Y[2]*, Puertas A.L[2]*, Fajardo, L[2]*, Viera, Y[2]

[1]Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Cuba, belyani@uo.edu.cu. [2]Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Cuba

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de acciones para el manejo sostenible de *Lippia dulcis*, *Lantana camara* y*Arivela viscosa* en ecosistemas agrícolas. Se indagó sobre las principales formas de utilización y manejo, la diversidad insectil y micológica así como los riegos y beneficios relacionados con las tres especies. Las principales utilidades referidas fueron las propiedades medicinales sin embargo, la acción de manejo más frecuente es la eliminación. Se identificaron 53 especies de insectos, la diversidad insectil es baja y predominan las especies escasas, los valores asumidos por los índices de diversidad beta (β) demuestran que la entomofauna es muy específica de las plantas estudiadas. La diversidad micológica es baja, identificándose 6 géneros de hongos con estrategia vital saprofítica. Los principales riesgos están relacionados con que son vistas como malezas y el fenómeno alelopático. Se dispone de un sistema de acciones para el manejo sostenible de estas arvenses, recomendándose ampliar el estudio de especies asociadas donde se incluyan virus, bacterias y nematodos.

Palabras clave: arvenses, manejo, sostenible, ecosistemas agrícolas

ABSTRACT

The present research aimed to design a system of actions for the sustainable management of *Lippia dulcis*, *Lantana camara* and *Arivela viscosa* in agricultural ecosystems. The main forms of use and management, insect and mycological diversity as well as the risks and benefits related to the three species were investigated.The main utilities referred were the medicinal properties however; the most frequent handling action is the elimination. 53 species of insects were identified, insect diversity is low and species are rare, values assumed by beta (β) diversity indexes show that the entomofauna is very specific to the plants studied.The mycological diversity is low, identifying 6 genera of fungi with saprophytic vital strategy.The main risks are related to being seen as weeds and the allelopathic phenomenon. A system of actions is available for the sustainable management of these weeds, recommending to expand the study of associated species including viruses, bacteria and nematodes.

Key words:weeds, management, sustainable, agricultural ecosystems

INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas inadecuadas, enfocadas de manera monotáctica, traen aparejado para el sistema agrario una serie de problemas. Dentro de ellos se encuentra la exclusión total a la que han sido sometidas las poblaciones de especies arvenses. Sin embargo, manejadas correctamente pueden ser empleadas como fuente de importantes beneficios ecológicos.*Lippia dulcis* Trev., *Lantana camara* L. y *Arivela* viscosa L. son especies ampliamente difundidas en todo el mundo, desde el punto de vista agrícola, Pupo (2010) planteó que estas especies resultan promisorias para la obtención de productos de acción antifúngica frente a hongos patógenos de hortalizas, pero señala que esta estrategia de control será sostenible siempre que se cuente con una fuente de disponibilidad del material vegetal.

La Fundación para la Innovación Agraria [FIA] (2007) señala que la conservación de especies arvenses con la finalidad de obtener productos naturales, debe ser integrada a la cadena productiva de empresas agrícolas y productores nacionales. En la región oriental de Cuba, estas plantas se encuentran frecuentemente invadiendo los predios productivos, pero son eliminadas por los agricultores por considerarlas malezas. El Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente [CITMA] (1997) señala que, con la aprobación de la Ley 81: Ley del Medio Ambiente, se establece la obligatoriedad de promover el desarrollo de sistemas integrales de gestión para los ecosistemas cultivados, que regulen las acciones sobre los organismos que se consideran nocivos así como, el establecimiento de normas que, desde la sostenibilidad, promuevan la conservación y aprovechamiento de la flora arvense y sus productos primarios mediante la implementación de programas de manejo.

Por lo planteado el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema de acciones para el manejo sostenible de las especies *Lippia dulcis*, *Lantana camara* y *Arivela viscosa* en ecosistemas agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Granma y en localidades pertenecientes a las provincias Granma, Santiago de Cuba y Holguín. Se desarrolló un estudio etnobotánico mediante la realización de una entrevista a una muestra de 65 informantes clave seleccionados según el método de bola de nieve clave. Las respuestas fueron agrupadas según consenso entre los informantes (CI)

Para la colecta de insectos se realizaron tres muestreos por área de estudio (tres por cada planta) con un intervalo de siete días cada uno. Se utilizó el método directo mediante la técnica de conteos comunes por hábitat según lo propuesto por el Ministerio de la Agricultura [MINAG] – Centro Nacional de Sanidad Vegetal [CNSV] (2006). La recogida de los insectos se efectuó con la ayuda de pinzas entomológicas y fueron conservados según metodología utilizada por Rivero (2006). La identificación fue realizada por especialistas de entomología en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Granma. Se evaluaron indicadores de diversidad alfa (α) como abundancia, dominancia, riqueza de especies, diversidad general y frecuencia de aparición y de diversidad beta (β) se tuvieron en cuenta el índice de Sorensen y Subordinación Ecológica.

Para la diversidad micológica se verificó mediante la observación visual la existencia de posibles afectaciones por hongos endófitos. Posteriormentesegún metodología empleada por Vargas (2011), se tomó una muestra de 6 hojas para ser llevadas al laboratorio. Además fue escogida aleatoriamente una muestra de 30 hojas para realizar el aislamiento e identificación de posibles géneros de hongos asociados al fitoplano de las plantas en estudio.En el aislamiento se utilizó la técnica de camara húmeda y la identificación se realizó por especialistas en microbiología y fitopatología del Centro de Estudios de Biotecnología Vegetalde la Universidad de Granma. Se evaluó la riqueza de especies teniendo en cuenta el valor S y el Indicie de Valor de Importancia Ecológica (IVI).Para efectuar el análisis de los riesgos y beneficiosse utilizaron como referencia los resultados de estudios realizados por varios autores, que han sido publicados en diferentes materiales. Luego se aplicó el método de análisis – síntesis según Sierra y Álvarez (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies objeto de estudio son ampliamente conocidas por los entrevistadosal ser identificadas en todos los casos por más del 80 % de los informantes. Se emplean fundamentalmente como medicinales, aunque para *L. camara* los entrevistados plantean que puede ser utilizada como ornamental y *L. dulcis* en la alimentación animal.Sobre laforma de aparición y opciones de manejo en los predios productivos, se obtuvo como respuesta reiterada que estas arvensesaparen de forma espontánea y que un 35,5 % de los informantes las conservan y más del 50 % manifestó que las eliminaban por ser consideradas malezas.

Se colectaron 754 insectos pertenecientes a 7 órdenes, 24 familias, 53 géneros e igual número de especies.En *L. dulcis* se identificaron 17 especies de insectos pertenecientes a 16 familias. La mayoría estuvieron representadas entre 1 y 10 individuos, sólo en 7 se reportaron más de 18. Las especies de insectos con mayor valor de abundancia, considerando las tres áreas de estudio, fueron *Solenopsis geminata*, *Diadegma insularis* y *Cardiocondyla emeryi*. Para*L. camara* se encontraron 16 familias a las cuales pertenecieron 21 especies insectos con número de individuos que oscilaron entre 1 y 20superando esta cifra solo 4 de las especies. *Cicadella sirena* para el área 1, *Paracryptocarpus discocephalus*, *Apis melifera* y *D. insularis* para el área 2, así como *Orius insidiosus* y *A. melifera* para el área 3 fueron las especies con mayor abundancia. Las especies mencionadas fueron clasificadas como poco frecuentes y ocasionales mientras el resto se clasifican como escasas.Asociados a *A. viscosa* fueron colectados 15 especies insectos pertenecientes a 11 familias con individuos entre 1 y 5, únicamente 3 especies superaron los 15 individuos.*Delicomiris liniaris*,*S. geminata* y *Tetramorium sp*fueron las especiescon mayor valor de abundancia. El resto de las especies encontradas se clasificaron como escasas.

La riqueza de especie por área de estudio fue fluctuante. *L. dulcis* fue la que más variabilidad mostró entre un área y otra, seguida de *A. viscosa* aunque en menor medida, para *L. camara*este indicador se mantuvo casi constante. La mayor riqueza se encontró en el área 3 de *L. dulcis* y *A. viscosa* así como, en las áreas 2 y 3 de *L. camara* siendo esta la planta en la que se encontró mayor riqueza con 21 especie de insectos. La diversidad general para la entomofauna asociada a las especies arvenses es baja de acuerdo a lo establecido para una correcta diversidad y abundancia. Por área, el menor valor de diversidad le correspondió al área 1 de *L. dulcis*, mientras que las área 3 de *L. dulcis* y *A. viscosa* y la 2 y 3 de *L. camara* manifestaron los mayores valores. Por especie de planta solamente se alcanzaron valores de diversidad entre 1 y 5 para la especie *L. camara*, seguida de *L. dulcis* y *A. viscosa* por ese orden con valores inferiores a 1.

El índice de Sorensen demostró que la asociación estuvo alrededor de un valor medio. Solo se mostró similitud entre las áreas 2 y 3 de *L. camara*. Este comportamiento se mantuvo entre plantas mostrándose una tendencia al aumento de la similitud en las asociaciones*L. dulcis*-*L. camara*. La subordinación ecología tuvo un comportamiento similar al descrito para la asociación de Sorensen. Para el análisis de los riesgos y beneficios se tuvieron en cuenta los datos publicados por Vargas *et al*. (2014) y en la diversidad micológica los resultados referidos por Vargas (2011) yVargas *et al*. (2015). Las acciones de manejo a seguir con cada una de las especies se detallan a continuación.

- **Especie *Lippia dulcis***

1. En agroecosistemas donde se utilice el riego por canales y el cultivo tradicional, se recomienda que la misma sea establecida en las orillas de los canales.
2. Teniendo en cuenta que *S. geminata* fue reportada como frecuente se recomienda que la planta sea fomentada lejos de áreas que habitualmente se destinan para el establecimiento de semilleros.
3. Teniendo en cuenta que las flores de esta especie son empleadas en la obtención de productos naturales y que florece todo el año, se sugiere que la colecta de flores se haga durante todo año.
4. Conservar esta especie en ecosistemas cafetaleros donde se aprovecharía como cultivo de cobertura y en la conservación de humedad además de ser hospedera de *S. geminata* control natural de *Hypothenemus hampei*.

- **Especie *Lantana camara***

1. Se recomienda plantar lantana como cerca viva dándole al agroecosistema un valor ornamental y además serviría como planta de cobertura, barrera proteccionista y planta repelente.
2. En las zonas de producción evitar que quede cerca de cultivos como la calabaza china, ajíes, maíz, frijol, café y sargo, pues sustancias presentes en esta planta dificultan el normal desarrollo de estos cultivos.
3. Se recomienda en las zonas rurales no conservar a lantana cerca de cultivos que sean severamente afectados por *C. sirena* al resultar una de las especies de insectos más abundantes en esta planta.
4. Se recomienda en la zonas rurales que *L. camara* no esté cerca de especies que sean afectadas por *Agromyza sp.*
5. Teniendo en cuenta que las flores son el órgano de interés de esta planta para la obtención de productos naturalesla colecta de este órgano debe hacerse casi permanente evitando la formación de frutos y semillas.

- **Especie *Arivela viscosa***

1. Se recomienda que *A. viscosa* se deje crecer en pequeña áreas del agroecosistema dedicada a la población natural.
2. En caso de que la especie esté invadiendo el área dedicada a otros cultivos se debe realizar el manejo de las que están interfiriendo, utilizándolas como materia prima para la obtención de productos naturales.
3. Se deben realizar monitoreos frecuentes para evaluar el aumento de los niveles poblacionales de *D. liniaris* pues fue reportada entre las especies de insectos más abundantes en esta planta.
4. En función de evitar un incremento de la población de esta especie planta y teniendo en cuenta que esta para la obtención del producto natural se usa completa, la colecta de la misma siempre debe efectuarse antes de que el fruto pueda abrirse y dispersar las semillas.

CONCLUSIONES

1. Las especies arvenses son ampliamente conocidas en las áreas estudiadas siendo utilizadas fundamentalmente como plantas medicinales. De forma general resultan eliminadas al ser consideradas malezas.
2. La riqueza y diversidad de especies de los insectos asociados a las plantas arvenses es baja con el predominio de especies escasa lo que demuestran el predominio de una entomofauna muy específica a estas plantas e influenciadas por las condiciones ecológicas.Se presenta una diversidad micológica baja con el predominio de hongos que por lo general actúan con una estrategia vital saprofítica.
3. Los principales riesgos entorno a estas especies arvenses están dados por el hecho de ser considerados malezas y por la existencia del fenómeno alelopático. Sin embargo sus beneficios potencian su aplicabilidad en los ámbitos medicinal, doméstico y agrícola.

REFERENCIAS

1. Fundación para la Innovación Agraria [FIA]. (2007). Ficha de valorización de resultados. Plantas medicinales y aromáticas. Producción de romero y tomillo. Ministerio de la Agricultura. Fundación para la innovación agraria, Chile.
2. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente [CITMA] (1997). *Ley 81 del Medio Ambiente*. La Habana: Autor.
3. Ministerio de la Agricultura& Centro Nacional de Sanidad Vegetal. (2006). *Manual de funciones y procedimientos de protección de plantas*. La Habana, Cuba: Autores.
4. Pupo, Yoannia. (2010). Selección de extractos vegetales para el control de la alternariosis en *Solanum lycopersicum* L. y *Allium cepa* L. en sistemas agrarios urbanos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma, Bayano. Cuba.
5. Rivero, A. (2006). Estudios de diversidad de insectos en la región de Jibacoa – Hanabanilla. Macizo Guamuhaya. *Centro Agrícola, 33*(2), 49 – 54.
6. Sierra, Virgen. & Álvarez, C. (2007). *La investigación Científica*. Manuscrito no publicado.
7. Vargas Batis, B. (2011). *Sistemas de accionespara el manejo sostenible de tres especies arvenses en Ecosistemas Agrícolas.* Universidad deGranma, Facultad de Ciencias Agrícolas. Bayamo: Universidad de Granma.
8. Vargas Batis, B., Pupo Blanco, Y. G., Puertas Arias, A., Fajardo Rosabal, L., &Viera Tamayo, Y. (2015). Relación potencial con cultivos agrícolas de la diversidad micológica asociada a *Lippia dulcis*, *Lantana camara* y *Cleome viscosa*. *Granma Ciencia, 19* (1), enero-abril.
9. Vargas, B., Pupo, Y. G., Fajardo, L., Puertas, A. L., & Rizo, M. (2014). Testigos y beneficios de tres especies arvenses en ecosistemas agrícolas. *Ciencia en su PC* (1), 27-37.

EFECTO DE LA CALIDAD DE LA LUZ EN EL CULTIVO DEL MAÍZ: UNA HERRAMIENTA PARA EL MANEJO DE PLANTAS ARVENSES

THE EFFECT OF LIGHT QUALITY ON MAIZE CROP: A TOOL FOR WEED PLANTS MANAGEMENT

Autores: Blanco, Y[1]* Afifi, M.[2] y Swanton, C.[2]
[1]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.
[2]University of Guelph, 50 Stone Road E., Guelph, ON, N1G 2W1, Canada.
*yblanco@inca.edu.cu

RESUMEN

Las señales de luz como el rojo-rojo lejano (R/RL) son reflejadas desde el tallo y la superficie de las hojas de las arvenses vecinas y responden por efecto de sombra en las plántulas, resultando en cambios morfológicos. Dos experimentos de laboratorio se llevaron a cabo bajo condiciones controladas con el objetivo de determinar el efecto de las arvenses vecinas y la competencia por luz sobre plantas de maíz en etapas tempranas de su desarrollo. En el primer experimento, se utilizó Turface®; como suelo para plantar las semillas de maíz, y se estudiaron dos tratamientos (libre de arvenses y con arvenses). Raigrás (*Lolium perenne* L) se utilizó como arvense. En el experimento con arvenses se observó una disminución en todos los parámetros estudiados después de las 48 h de la siembra, excepto en la longitud del tallo, que antes de las 48 h fue mayor en el tratamiento libre de arvenses, ocurriendo el efecto contrario después de las 48 h. El segundo experimento, constó de tres tratamientos con diferentes densidades de siembra (baja, media y alta) con nueve, 28 y 81 plantas respectivamente. Los diferentes parámetros se comportaron de mejor forma en la densidad baja, excepto el largo del tallo, que fue mayor en la densidad alta. Este enfoque puede proporcionar una oportunidad para mejorar la competitividad del cultivo en condiciones de alta densidad.

PALABRAS CLAVE: *Zea mays*, densidad, competencia, *Lolium perenne*.

ABSTRACT

Light signals such as the red to far-red ratio (R/FR) reflected from stem and leaf surfaces of neighboring weeds, can trigger a shade avoidance response in seedlings, resulting in morphological changes. Two different experiments were conducted under conditions of non-limiting resources with the objective to determine the effect of neighboring weeds competition for light in corn plants in early stages of growing. In the first experiment; we used Turface® as soil for planting corn seeds, it consisted of two treatments (weedy - free and weedy). Perennial ryegrass (*L. perenne*) was using as a model weed specie, in all parameters studied, a decreaseing was observed in the experiment with weed after 48 h of planting except stem length 48 h before this was greater in the weed-free treatments opposite effect occurring after 48h. The second experiment consisted of three treatments with different densities (low, medium and high) with nine, 28 and 81 plants. The effect occurred in the different parameters behaved low density, except in the stem large, which was superior in the high density. This change in growth may help explain the importance of early-season weed control in corn.

KEY WORDS: *Zea mays*, density,competition, *Lolium perenne*.

INTRODUCCIÓN

La interferencia por arvenses es uno de los factores más importantes en la reducción de los rendimientos de los cultivos en todo el mundo (Afifi y Swanton, 2012). La competencia interespecífica cultivos-arvenses se produce principalmente por luz, agua y nutrientes (Scoot *et al*., 2011). La mayoría de las especies de plantas responden de manera diferente a la calidad de la radiación (color o longitud de onda) y a la cantidad de ella (densidad del flujo fotónico), lo cual representa un factor fundamental en la interferencia cultivos-arvenses. Para entender la competencia maíz-arvenses, varios estudios se han llevado a cabo y se encontró que, junto a la limitación de los recursos (agua y nutrientes), la luz en la proporción entre el rojo y el rojo lejano (R/RL) juega un papel importante en la detección de las arvenses como plantas vecinas del maíz en una etapa temprana del crecimiento de las plantas (Moriles *et al*., 2012). En virtud a la importancia de la sombra en el crecimiento del maíz y las arvenses vecinas y que la mayoría de los trabajos no incluyen el componente de calidad, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de las arvenses vecinas y la competencia por luz sobre plantas de maíz en etapas tempranas de su desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento I: Efecto de las arvenses en etapas de desarrollo temprano del cultivo

Los experimentos fueron realizados en ambiente controlado en cámaras de crecimiento utilizando el cultivar CG108 x CG102 (híbrido de maíz de la Universidad de Guelph). Una semilla por maceta fue sembrada en vasos plásticos que fueron puestos en cilindros y posteriormente en macetas. En el tratamiento libre de arvenses, las macetas y vasos plásticos fueron llenadas con Turface (Turface *MVP*® Profile Products LLC, Buffalo Grove, IL, USA). En el tratamiento con arvenses los vasos plásticos fueron llenados con Turface y el área alrededor del mismo fue sembrada con raigrás (*L. perenne* cv. Fiesta III) 3 semanas antes de sembrarse el maíz). El riego fue diario y se fertilizó con una solución de nutrientes que contenía N, P, K, Ca, Mg y un suplemento de micronutrientes (Wang *et al*. 2011). Las arvenses fueron cortadas cuando se necesitó para prevenir la sombra. Ocho plantas fueron cosechadas al azar en 5 etapas diferentes de desarrollo: en la etapa de mesocotylo (H1) (H2), (H3), (H4) y a la cuarta hoja (H5). Las condiciones de la cámara de crecimiento fueron las mismas para las cinco repeticiones. Las temperaturas de día fueron de 28°C y en la noche de 20°C. El fotoperiodo fue de 16 horas (6:00 am-10:00 pm). La humedad relativa estuvo en el rango de 60-65 %. La irradiación fue proporcionada por el uso de tubos fríos fluorescentes blancos Sylvania intercalados con bombillos de tungsteno de 40 Watts (250 μmol m^{-2} s^{-1}).

Experimento II: Efecto de diferentes densidades de siembra en el desarrollo temprano del cultivo

Las semillas fueron plantadas a una profundidad de 2 cm en recipientes blancos y después llenados con Turface ®. Estos recipientes se colocaron en bandejas de plástico, a diferentes distancias para crear tres tratamientos diferentes (densidad baja, 9 plantas a 25 cm de distancia; densidad media, 28 plantas a 17,0 cm y densidad alta, 81 plantas a 4,25 cm. Se regó dos veces al día antes de la emergencia después, fue una vez al día con un suplemento de micronutrientes. Se utilizaron las mismas condiciones en la cámara de crecimiento que en el experimento anterior. Se cosecharon 15 plántulas por tratamientos cuando estaban en la fase V4 (etapa de crecimiento vegetativo cuando es visible el cuello de la cuarta hoja). Las mediciones morfológicas fueron: longitud del tallo, número de raíces de la corona, el diámetro del tallo, biomasa de la raíz, biomasa del tallo, y la proporción tallo: raíz; se registraron durante la cosecha. La Cantidad de luz (PPFD) y la calidad de la luz (R: RL) se midieron con frecuencia durante el período experimental.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar. El primer experimento fue repetido cinco veces y el segundo tres veces. Todos los análisis estadísticos se realizaron en SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.), con una tasa de error de tipo 1 establecido en $\alpha = 0,05$. El test estadístico de Shapiro-Wilk se utilizó para probar la hipótesis de normalidad. No se requirió de transformaciones antes del análisis estadístico. Se analizaron las diferencias significativas entre los tratamientos utilizando la Prueba Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento I: Efecto de las arvenses en etapas de desarrollo temprano del cultivo

El largo del tallo en la primera cosecha, después de las 48 horas, ya difería entre los tratamientos, a pesar de que no había brotado sobre la superficie del suelo. Este fue significativamente mayor en las plántulas cultivadas libres de arvenses (1,39 ± 0,239 cm) que en condiciones con arvenses (1,13 ± 0,259 cm) (Tabla I).

Tabla I. Características de las medias de las cinco cosechas realizadas en condiciones con arvenses y sin arvenses.

	Tratamientos	*Largo del tallo (cm)*	*Diámetro del tallo(mm)*	*Largo de la ultima hoja madura desde el cuello (cm)*	*Biomasa de la raíz (g)*	*Biomasa del tallo (g)*	*Raíz:tallo*	*Raíces de la corona(no)*
Cosecha1	**S.arvenses**	1.39 ± 0.239	-	-	14.64 ± 3.017	4.85 ± 1.003	3.01 ± 0.116	-
	C. arvenses	1.13 ± 0.259	-	-	12.54 ± 3.497	4.39 ± 0.821	2.86 ± 0.292	-
	Valor p	< 0.001	-	-	0.012	0.049	0.360	-
Cosecha2	**S.arvenses**	5.30 ± 0.786	-	-	45.95 ± 7.239	20.19 ± 2.753	2.28 ± 0.157	-
	C. arvenses	6.50 ± 0.874	-	-	39.97 ± 7.597	19.99 ± 2.898	2.00 ± 0.113	-
	Valor p	< 0.001	-	-	0.002	0.775	0.027	-
Cosecha3	**S.arvenses**	9.33 ± 0.694	3.04 ± 0.213	-	58.05 ± 7.826	40.72 ± 4.671	1.43 ± 0.068	-
	C. arvenses	9.87 ± 0.703	3.02 ± 0.226	-	53.51 ± 8.577	37.94 ± 3.583	1.41 ± 0.059	-
	Valor p	< 0.001	0.713	-	0.031	0.010	0.743	-
Cosecha4	**S.arvenses**	16.38 ± 2.014	3.42 ± 0.307	5.58 ± 0.659	73.42 ± 10.934	75.99 ± 7.758	0.97 ± 0.074	2.31 ± 0.125
	C. arvenses	19.51 ± 2.597	3.10 ± 0.265	6.56 ± 0.751	67.33 ± 9.807	71.66 ± 8.548	0.94 ± 0.058	1.94 ± 0.217
	Valor p	< 0.001	0.003	< 0.001	0.022	0.038	0.585	0.024
Cosecha5	**S.arvenses**	36.10 ± 3.350	4.96 ± 0.345	11.93 ± 0.960	117.63 ± 15.407	249.18 ± 44.509	0.48 ± 0.053	5.78 ± 0.157
	C. arvenses	41.02 ± 6.829	4.40 ± 0.365	12.71 ± 0.900	108.29 ± 12.465	212.34 ± 43.462	0.52 ± 0.060	5.03 ± 0.120
	Valor p	< 0.001	< 0.001	0.001	0.010	0.001	0.383	< 0.001

El efecto contrario era visible 48 horas después en la largo del tallo en plántulas que crecen con arvenses esta fue significativamente mayor que en las plantas cultivadas libres de arvenses. Este comportamiento se mantuvo visible durante el resto del experimento. El largo de la última hoja madura desde el cuello, fue visible a partir de la etapa V3 y tuvo resultados similares que la longitud del tallo; el cuello de la hoja de las plantas cultivadas en condiciones con arvenses fue significativamente mayor (Tabla I).

Resultados contrarios fueron visibles para la biomasa del tallo, que fue mayor en plántulas crecidas libres de arvenses en todas las etapas de cosecha, excepto en la etapa V1. Esta biomasa está en correspondencia con los resultados del diámetro del tallo de las plántulas, el cual fue mayor en las plantas cultivadas en condiciones libres de arvenses a partir de la etapa V2. El diámetro del tallo en condiciones con arvenses fue más pequeño que en condiciones libres de arvenses. La biomasa radical tuvo los mismos resultados que la biomasa aérea. La proporción raíz: tallo no fue diferente entre los tratamientos, excepto en la etapa V1, donde la proporción fue mayor para las plantas cultivadas libres de arvenses. El número de raíces la corona, fue visible primero en la etapa V3. En condiciones libres de arvenses las plántulas produjeron un número mayor de raíces de la corona que en condiciones con arvenses. En la etapa V4 este efecto se hizo aún mayor. Este resultado fue similar al encontrado por Cerrudo *et al.*, 2012 que en las mismas condiciones las plantas presentaron menos número de raíces en la corona, bajo volumen total de las raíces y una menor biomasa de raíces cuando se cultiva en condiciones con arvenses ocurriendo lo contrario cuando se cultiva libre de arvenses. Con el diámetro del tallo más pequeño resultaron las plantas que se sembraron bajo condiciones de enmalezamiento debido a la acción que hicieron las arvenses y como resultado hubo una reacción de evitación por sombra, también descrito por Markham *et al.*, 2009, pero bajo condiciones de invernadero y de campo y las plantas fueron cosechadas a partir de la etapa V4. La proporción raíz:tallo confirma estudios realizados por Silva *et al.,* 2010, con resultados similares, aunque estos se registraron después de la etapa V4.

Experimento II: Efecto de diferentes densidades de siembra en el desarrollo temprano del cultivo

Las plántulas cultivadas con una alta densidad fueron más altas (42,70 cm) que las plántulas crecidas en bajas densidades (39,68 cm) o medias (40,37 cm), las cuales no difieren estadísticamente (Tabla II).

Tabla II. Promedio de los resultados de los caracteres medidos a 15 plántulas en diferentes densidades (baja, media o alta densidad)

	Tratamientos			
	Baja	***Media***	***Alta***	***valor-P***
L. del tallo (cm)	39.68 ± 4.477 b*	40.38 ± 3.676 b	42.70 ± 4.822 a	0.003
D. del tallo (mm)	5.04 ± 0.477 a	4.81 ± 0.342 b	4.61 ± 0.277 c	< 0.001
Cuello 2 ^{da}hoja (cm)	10.19 ± 0.820 c	10.91 ± 0.903 b	12.90 ± 0.867 a	< 0.001
B. raíces (g)	165.26 ± 27.236 a	164.87 ± 29.198 a	135.11 ± 18.300 b	< 0.001
B.tallo (g)	249.86 ± 36.820 a	245.43 ± 31.639 ab	229.05 ± 30.409 b	0.034
Raíz :tallo	0.67 ± 0.097 a	0.68 ± 0.116 a	0.60 ± 0.086 b	0.003
R. corona (no)	6.25 ± 1.016 a	5.84 ± 0.767 a	5.16 ± 0.515 b	< 0.001

* Medias con letras diferentes dentro de una variable aleatoria y el tratamiento difieren significativamente ($P < 0.05$).

También difirió significativamente entre las densidades hasta el cuello de la segunda hoja, siendo las sembradas con altas densidades las de longitudes más altas (12,90 cm). Lo opuesto se encontró para el diámetro del tallo, donde las plántulas cultivadas en bajas densidades tenían el diámetro del tallo mayor.
Nuestra investigación está en concordancia con (Bhalerao *et al.*, 2002), quien también encontró que una alta densidad de siembra dió lugar a una reacción de evitación por sombra. Esto contrasta con estudios previos realizados sobre densidades de siembra en el maíz, donde una alta densidad de plantación proporcionará un mayor rendimiento de las variedades modernas (Markham y Stoltenberg, 2010). Con respecto a la proporción raíz: tallo apenas difirió de la biomasa, ya que las plantas sembradas en altas densidades tuvieron una proporción inferior a las plantas sembradas en densidades bajas y medias. Lo mismo se encontró para el número de raíces de la corona. La reacción de evitación por sombra, es dirigida por hormonas como las auxinas, brasinoesteroides, giberelinas, etileno. Una baja proporción R/RL en los niveles de auxinas en las plantas superiores, es responsable del alargamiento. Además, de la elongación del tallo, las auxinas son responsables de producir raíces más pequeñas. Cuando las plantas se cultivan con bajas densidades, la proporción R/RL de distribución de las auxinas cambiará a una menor cantidad y se reducirá el crecimiento de la raíz. La germinación y el crecimiento están reguladas por las giberelinas, las cuales van a estar afectadas por los fitocromos. Estas juegan un papel importante en la respuesta a la baja proporción R/RL y la luz azul (Bhalerao *et al.,* 2002).

CONCLUSIONES

De acuerdo a estos resultados se puede concluir que la morfología de la planta se ve afectada por las plantas vecinas, ya sean arvenses o plantas de su misma especie; además, las plantas reaccionan en estado temprano de su crecimiento, pues la primera reacción fue visible a las 48 horas después de la siembra. Después de las 96 horas las primeras características de reacción por evitar la sombra eran visibles, en las plántulas sembradas con arvenses, los tallos eran más altos y tenían un diámetro más pequeño que las plantas que fueron sembradas libres de arvenses.

REFERENCIAS

1. Scoot, T. /*et al*./. Weeds and the red to far-red ratio of reflected light: characterizing the influence of herbicide selection, dose, and weed species. *Weed Science*, 2011, vol. 59, pp. 424-430. ISSN: 0043-1745.
2. Moriles, J. C. /*et al*./. Microarray and growth analyses identify differences and similarities of early corn response to weeds, shade, and nitrogen stresses. *Weed Science*, 2012, vol. 60, pp. 158-166. ISSN: 0043-1745.
3. Silva, P. S. L.; Souza, A. D.; Paula, V. F. S.; Oliveira, F. H. T. y Silva, K. M. B. Influence of corn sowing density and gliricidia intercropping on weed control. *Planta Daninha*, 2010, vol. 28, pp. 271-279. ISSN: 0100-8358.
4. Markham, M. Y. y Stoltenberg, D. E. Red: far-red light effects on corn growth and productivity in field environments. *Weed Science*, 2009, vol. 57, pp. 208-215. ISSN: 0043-1745.
5. Afifi, M. y Swanton, C. J. Early Physiological Mechanisms of Weed Competition. *Weed Science*, 2012, vol. 60, no. 4, pp. 542-551. ISSN: 0043-1745.
6. Cerrudo, D.; Page, E. R.; Tollenaar, M.; Stewart, G. y Swanton, C. J. Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. *Weed Science*, 2012, vol. 60, pp. 225-232. ISSN: 0043-1745.
7. Markham, M. Y. y Stoltenberg, D. E. Corn morphology, mass, and grain yield as affected by early-season red:far-red light environments. *Crop Science*, 2010, vol. 50, pp. 273-280. ISSN: 0011-183X.
8. Wang, J. G.; Chen, C. H.; Chien, C. T. y Hsieh, H. L. Far-red insensitive 219 modulates constitutive phytomorphogenic1 activity via physical interaction to regulate hypocotyl elongation in Arabidopsis. *Plant Physiol*., 2011, vol. 156, pp. 631-646. ISSN: 0032-0889.
9. Bhalerao, R. P. /*et al*./. Shoot-derived auxin is essential for early lateral root emergence in Arabidopsis seedlings. *The Plant Journal*, 2002, vol. 29, pp. 325-332. ISSN: 1365-313X.

BENEFICIOS DE LA COBERTURA DE PAJA INALTERADA COMBINADA CON LAS APLICACIONES DE HERBICIDAS RESIDUALES EN BANDA. EXPERIENCIAS DE LA EMPRESA AZUCARERA MATANZAS

BENEFITS OF THE UNDERSTANDED STRAW COVERAGE COMBINED WITH APPLICATIONS OF RESIDUAL HERBICIDES IN BAND. EXPERIENCES OF THE SUGAR COMPANY MATANZAS.

Borges, Á. ; Díaz, D.
Empresa Azucarera Matanza.alien.borges@eamt.azcuba.cu

RESUMEN.

Se destacan los resultados agrícolas sostenidos basados en los efectos positivos de la cobertura de paja inalterada combinado con la aplicación de herbicidas residuales en banda. Se demuestra que en los suelos ferralíticos rojos esta práctica ofrece significativos beneficios, sobresaliendo el Central Jesús Rabí ya que reúne las condiciones ideales para generalizar esta tecnología; buena población de los campos, suelos rojos de buen drenaje y bajas precipitaciones en los primeros meses del año. Con estas prácticas se logran resultados económicos favorables ya que disminuyen las labores de limpia y de cultivo, lo que implica ahorro de combustible, herbicidas, agua, maquinaria y dinero. En esta entidad se muestran los niveles de enyerbamientos más bajos y el rendimiento agrícolas más alto de la provincia Matanzas.

Palabras claves: Herbicidas residuales, cobertura de residuos**,** bandas**.**

ABSTRACT

We highlight the sustained agricultural results based on the positive effects of unchanged straw cover combined with the application of residual band herbicides. It is demonstrated that in red ferralitic soils this practice offers significant benefits, standing out UEB Jesús Rabí as they meet the ideal conditions to generalize these technologies, good population of the fields, red soil, low rainfall in the first months of the year. With these practices, favorable economic results are achieved by reducing clean-up and cultivation, which means saving fuel, herbicides, water, machinery, and money.
This UEB shows the lowest levels of ingots and the highest yields among the province's UEBs.

Key words: Residual herbicides, straw cover, band

INTRODUCCIÓN

Se considera que la infestación de malezas es un factor limitante en el rendimiento de las plantaciones cañeras. Los mayores problemas de enyerbamientos son causados por *Rottboellia cochinchinensis, Sorghum halepense, Panicum máximum* y dicotiledóneas, entre las más importantes se encuentran *Ipomoea spp*. y *Mucuna pruriens*.

Es importante mencionar que el cambio climático es innegable y que sus efectos ya se manifiestan en los cultivos de interés económico, siendo el recurso agua uno de los más notables actualmente, por lo que se hacen necesarias la adopción de medidas para mitigar la pérdida de humedad en nuestros campos mediante el uso de técnicas de conservación y mejoramiento de los suelos. Además de la adopción de prácticas conservacionistas y sostenible como la cobertura inalterada de residuos en caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las últimas décadas la industria azucarera cubana experimentó algunos cambios significativos en los métodos de manejo de cosecha y post cosecha, los cuales han influido sobre la eficacia del control de malezas, cambiando la cosecha quemada por la de caña verde. Sin embargo, el cultivo mecánico de las áreas cubiertas de paja deja la superficie del suelo desnuda propensa a una infestación de malezas.

Don Álvaro Reynoso hace referencia a los rastrojos o residuos que quedan después de la cosecha refiriéndose a ventajas como: mantiene en el terreno cierta humedad, impide que se desarrollen entre las cañas plantas indeseables y suministra un rico abono en la descomposición de los residuos

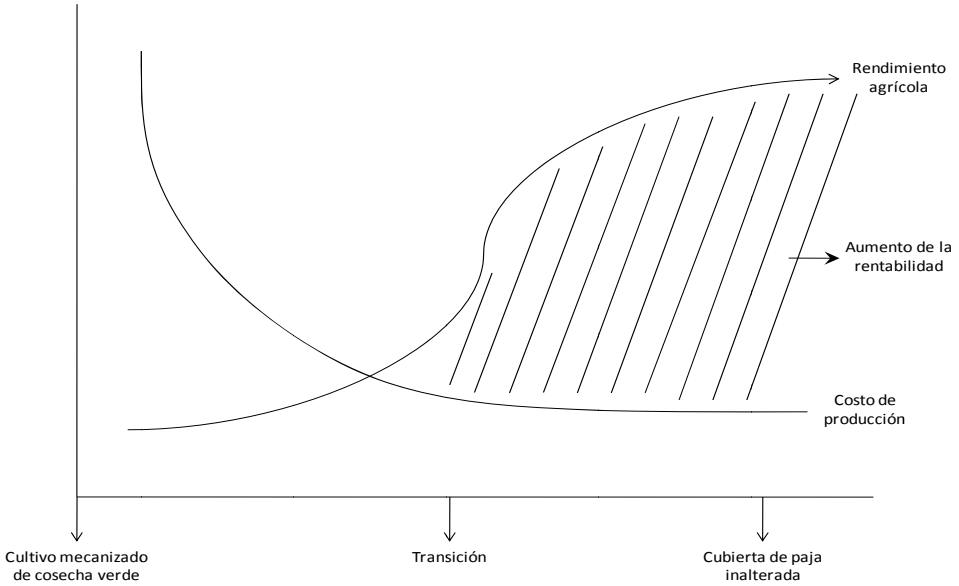
En la inauguración de la fábrica de cosechadoras KTP-1 en 1977, Fidel enfatizó en las bondades de la cosecha de caña verde y dijo: *"está diseñada para cortar caña verde (…) ahorramos agua, conservamos la paja sobre el terreno o la podemos usar para alimentar el ganado, reducimos el crecimiento de las malas hierbas, prolongamos la edad de las plantaciones"*. (1)

Esta argumentación no solamente se respalda del efecto mecánico y fotorregulador que ejerce el colchón de paja, sino por los efectos secundarios derivados de su acción termorreguladora y a la secreción de toxinas durante el proceso de descomposición, que presuponen una inhibición de la germinación de las semillas de malas hierbas, aunque no sobre todas las especies. (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Guy Hardy en 1988 (3) realizó estudios sobre el uso de la cobertura de paja en retoños a partir de un programa de control de malezas que se desarrolló en los centrales azucareros, Jesús Suárez Gayol en Camagüey, Puerto Rico Libre en Matanzas y Héctor Molina en La Habana, los más problemáticos en el manejo de las malezas del país, con los objetivos de determinar la conservación de la humedad en el suelo, el control eficaz de malezas, la reducción de los costos de control de malas hierbas y como consecuencia de esto, un aumento del rendimiento agrícola debido a una mayor humedad del suelo y menor competencia de malezas. En el grafico 2 se presenta el impacto de la cobertura de malezas en el Central Jesús Rabí de Matanza

Gráfico 2. Impacto del uso de la cobertura de paja inalterada en Jesús Rabí.



En la Tabla 1 se aprecia cómo ha evolucionado esta práctica en los últimos 5 años, destacándose el Central Jesús Rabí sobre el resto de las empresas del territorio

Tabla 1. Evolución de la cobertura de paja en Matanzas en los últimos 5 años.

UEB	Cobertura de paja por años				
	Abril 30/2013	Abril 30/2014	Abril 30/2015	Abril 30/2016	Abril 30/2017
Méjico	40.95			100.07	77.41
Cuba Libre	296.00	67.80	303.80	27.00	
España Rep.	465.23	216.28	197.71	228.51	608.76
Jesús Rabí	1434.29	1036.42	2012.38	1064.41	2142.95
René Fraga	431.84	204.40	196.90	25.10	385.17
Mario Muñoz	261.30	220.00	168.10	51.50	324.20
Total	**2929.61**	**1744.90**	**2878.89**	**1496.59**	**3538.49**

En la Tabla 2 se describe la combinación de la cobertura de residuos con la aplicaciones en bandas en todas las empresas de la provincia con un comportamiento estable en el porcentaje de enyerbamiento.

Tabla 2. Uso de las aplicaciones de residual en banda y de la cobertura de paja inalterada.

UEB	Área con residual	Residual en banda	% enyerb Abr-30	Cobertura de paja (ha)	Rendimiento molibre (t/ha)
Méjico	3996.85	1590.90	1.5	77.41	44.40
España Rep.	4998.71	2349.70	3.9	608.76	42.10
Jesús Rabí	5682.04	3853.10	0.7	2142.95	73.80
René Fraga	3586.28	1766.00	3.2	385.17	41.30
Mario Muñoz	5358.70	2817.60	2.1	324.20	45.80
Total	**23622.58**	**12377.30**	**2.3**	**3538.49**	**50.20**

Análisis económico

Hasta abril 30 en la actual campaña contamos en Matanzas con **3538.49 ha** con cobertura de paja, a esto se le suman un total de 12377.30 ha de aplicación de residuales en banda que representan el 52 % del total aplicado con residuales a los retoños.

Para este análisis se tiene en cuenta que por la ficha de costo de las UEB el cultivo profundo le cuesta a las UPC 121.27 CUP y el cultivo de desyerbe 71.37 CUP, Tabla 3.

Tabla 3. Ahorro que representa la cobertura de paja por dejar de cultivar.

UEB	Cobertura de paja (ha) Abr-30	Costo cultivo profundo 121.27 CUP	Costo cultivo desyerbe. 71.37 CUP
Méjico	77.41	9387.51	5524.75
España Rep.	608.76	73824.33	43447.20
Jesús Rabí	2142.95	259875.55	152942.34
René Fraga	385.17	46709.57	27489.58
Mario Muñoz	324.20	39315.73	23138.15
Total	**3538.49**	**429112.68**	**252542.03**

En la tabla 4 se presentan los resultados de la aplicación de residuales en bandas en las empresas de la provincia Matanzas, comparada con la aplicación total.

Tabla 4. Ahorro que representa la aplicación de residual en banda.

UEB	Residual aplicado en banda	Litros de Merlin total Aplicado banda	Costo USD	Litros de Merlin total aplicado total	Costo USD	Diferencia USD de ahorro
Méjico	1590.90	223	29912.10	350	47004.73	17092.63
España Rep.	2349.70	329	44179.06	517	69424.24	25245.18
Jesús Rabí	3853.10	539	72445.99	848	113843.69	41397.71
René Fraga	1766.00	247	33204.33	389	52178.24	18973.90
Mario Muñoz	2817.60	394	52976.52	620	83248.81	30272.29
Total	**12377.30**	**1733**	**232717.99**	**2723**	**365699.71**	**132981.71**

Para el caso de las aplicaciones en banda podemos plantear que si tenemos en cuenta que para el área aplicada de manera total se necesitarían 2723 L de Merlin Total con un costo de 365699.71 USD (con precio de importación), mientras que aplicando el residual en banda necesitamos 1733 L con 232717.99 USD, esto representa que estaríamos ahorrando en la provincia hasta la fecha alrededor de 132981.71 USD, alrededor del 36 % del total a consumir Tabla 4.

CONCLUSIONES

Mantener la cobertura inalterada de residuos de cosecha en los meses de bajas precipitaciones, de noviembre a marzo, en suelos de buen drenaje.
El central Jesús Rabí muestra los mejores resultados en las aplicaciones de herbicidas residuales en banda, los menores índices de enyerbamiento y mayor rendimiento agrícola.
Con la cobertura de paja inalterada y las aplicaciones de residuales en banda se disminuyen los costos en el control de malezas.

REFERENCIAS

1. Cuellar Ayala I. A. Villegas delgado R. León Ortiz M. E. Álvaro Reynoso 140 años después.
2. Martell Alonso R.; Díaz Díaz J. J. El mantenimiento de la cobertura de paja en nuestros campos, sus ventajas e integración a nuestras formas y métodos de fertilización en el cultivo de la caña de azúcar. 1990.
3. J. Guy Hardy, Resumen del Informe de la visita a MINAZ Cuba, Junio 20 al 30 de 1988.

EVALUACIÓN Y MANEJO DE RESISTENCIA A GLIFOSATO DE *Chloris virgata* Sw EN LA REGIÓN NORTE DE CÓRDOBA, ARGENTINA

EVALUATION AND MANAGEMENT OF RESISTANCE TO GLYPHOSATE OF *Chloris virgata* Sw IN THE NORTHERN REGION OF CÓRDOBA, ARGENTINA

Bracamonte, E[1*]; Gullino C[1], Gomez P[1]; Lorenzatti, L[1];Fernandez, P[2]; De Prado R[2]

[1]Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [2]Universidad de Córdoba, España.
*ebracamo@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

Los objetivos del trabajo fueron determinar las causas de dispersión y tolerancia a glifosato de *Chloris virgata* en la región norte de Córdoba, evaluar el nivel de resistencia, mortalidad, eficacia de control, costo de aplicación de herbicidas alternativos al glifosato y proponer estrategias de manejo alternativas y/o complementarias. Evaluaciones productivas, bioecologicas y edafoclimaticas mostraron características que favorecen su difusión en la región. Los resultados obtenidos a los 21 DDA con glifosato en premacollaje mostraron valores altos de GR50, DL50 e FR> 4.4 indicando alta supervivencia y evidencia de Resistencia. Controles tardíos en macollaje representa un incremento de 33% en el costo de aplicación. Controles eficientes y con menor costo se obtuvieron con haloxifop P-metil en pre y postmacollaje. Para alcanzar controles eficaces de *Chloris virgata*, reducir su difusión y presión de selección es necesario conocer sus características bioecológicas y establecer un estricto plan de manejo del cultivo y de malezas en particular.
Palabras claves*: Chloris virgata*, glifosato, resistencia a herbicidas.

ABSTRACT

The main objectives of this potential study were to determine the dispersal causes and glyphosate-tolerance Chloris virgate populations from northern Cordoba, Argentina; to evaluate the resistance and mortality levels, efficiency management, application cost of alternative herbicides, and develop new management strategies. Productive, bioecological, and edaphoclimatic evaluations exhibited characteristics on favor their diffusion in this region. The results obtained at 21 DDA showed high ED50, DL50 values and a IR>4.4 indicating high survival and resistance evidence. Tillering control represented a 33% increase in application cost. Efficient and lower cost controls were achieved with haloxyfop P-methyl in pre- and post-emergence. In order to obtain effective controls of Chloris virgata, to reduce its diffusion and selection-pressure, it is necessary to know its bioecological characteristics and to establish a strict crop and weed management plan.
key word: Feather fingergrass, glyphosate, herbicide resistance.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el manejo productivo agrícola en Argentina mediante el paquete tecnológico siembra directa-soja RR propició la aparición de malezas tolerantes y resistentes al principio activo glifosato. Entre las especies que han incrementado en forma significativa su presencia en la región agrícola del norte de la provincia de Córdoba, podemos citar a la especie *Chloris virgata*. Por ello, conocer sus características bioecologicas y establecer la relación entre las dosis y la respuesta de la maleza es de fundamental importancia como base para recomendaciones de manejo técnico y comercial, evaluar su reacción a distintas dosis de un mismo herbicida, solo o en mezcla, determinando valores de sensibilidad,

tolerancia o resistencia en relación a un testigo sin control químico (Seefeldt *et al.*, 1995; Streibig *et al.*, 1993). De acuerdo a lo citado precedentemente es que se propone los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar el nivel de resistencia y mortalidad de un biotipo de *Chloris virgata* de la región norte de la provincia de Córdoba al herbicida glifosato.

Objetivos Específicos

- Determinar las causas de manejo agronómico y características bioecologicas que determinan la presencia y dificultad de control de *Chloris virgata* al herbicida glifosato en la región norte de Córdoba.
- Evaluar el nivel de resistencia y mortalidad mediante curvas dosis-respuesta de un biotipo de *Chloris virgata* de la región norte de la provincia de Córdoba al herbicida glifosato en condiciones de semi-campo y en dos estadios fenológicos de crecimiento.
- Evaluar la eficacia de control y costo de aplicación de herbicidas postemergentes alternativos al glifosato.
- Diseñar y proponer estrategias de manejo complementarias y alternativas de *Chloris virgata.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar las características productivas y agroclimáticas de la región, bioecológia y causas agronómicas de dispersión y resistencias y/o tolerancias a glifosato de *Chloris virgata* se utilizó publicaciones de extensión e investigación tecnológica y científicas nacionales e internacionales. *Chloris virgata* (chloris) fue seleccionada por su alta difusión y dificultad de control en la zona rural del Dpto. Rio Primero, Córdoba. Los ensayos se realizaron en condiciones semi-controladas (campo-invernadero) en el periodo 2016/2017 en el Laboratorio de Ecotoxicología, F.C.A.,UNC. Para evaluar la sensibilidad de chloris a herbicidas se seleccionaron dos herbicidas con diferentes modo de acción, glifosato 66,2% (54% g ea ha^{-1}) y haloxifop P-metil 54 %. Las aplicaciones se realizaron en postemergencia de las malezas en premacollaje (3-5 hojas: BBCH 13-14 (BBCH, 2001)) y posmacollaje (> 5 hojas; BBCH 22-23, (BBCH, 2001)). El ensayo consistió en seis tratamientos herbicidas (dosis) utilizando glifosato: 0, 331, 662,**1324,**2648 y 5296 g ia ha^{-1}y haloxifop-P-metil: 0, 13.5; 27; **54**; 108 y 216 g ia ha^{-1}. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones por tratamiento. Las aplicaciones se realizaron con una pulverizadora de aire comprimido equipada con pastillas de abanico plano 110-02, que erogaba un caudal de 100 l/ha. En cada tratamiento se agregó como coadyuvante aceite vegetal metilado al 1% (v/v mezcla).

A los 10 y 21 DDA se evaluó el porcentaje de control visual y la Dosis Letal Media (DL50) mediante el modelo Probit. A los 21 DDA, se evaluó la relación dosis-respuesta (Seefeldt *et al.*1995) mediante la reducción de crecimiento (GR) expresada como reducción de peso fresco (%) de las plantas tratadas con respecto a un control no tratado. Para establecer el Factor de Resistencia relativa (FR) se estableció la relación: GR50 R1/GR50S donde GR50 R1= GR50 de *Chloris virgata* biotipo “Rio Primero” y GR50S = GR50 especie sensible biotipo “General Pico, La Pampa”. Los resultados obtenidos en el estadio de macollaje se contrastaron con los obtenidos en el primer estadio evaluado. Los resultados fueron evaluados mediante el software Insfostat (Di Rienzo *et al*, 2015). Para la significancia de los tratamientos se utilizó el ANAVA y para las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó el Test de LSD y DGC al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características taxonómicas, bioecológicas (Anderson, 1974;Clayton, 1986; Molina,2005; CONABIO,2016) y el manejo productivo y control de malezas (AAPRESID, 2016, Ustarroz, 2015, Metzler *et al*. 2014) favorecen la presencia y dispersión de *Chloris elata* en la región norte de Córdoba.

-En premacollaje: la evaluación visual a los **21 DDA**, mediante el modelo ANAVA mostró significancia del factor tratamiento ($p<0,0032$). Controles significativos y sin diferencias entre ellas solo se observaron entre 540 y 4320 g ea ha^{-1}, no superando el 87,5 % de control. El valor obtenido de GR50 R1 fue **4.4 veces** superior al obtenido en el biotipo S (Tabla 1), estos resultados evidencian que el biotipo "R1"*se podría presentar como Resistente a glifosato* (FR>2.5). Es importante destacar que las curvas dosis-respuesta de los biotipos (R1 y S) no son paralelas, lo que indica que la causa de la resistencia del biotipo R es debido a otros mecanismos de resistencia adicionales a la modificación del sitio de acción (Streibig*et al*.,1993).

Tabla 1. Parámetros de la ecuación log- logística utilizada para calcular las dosis de glifosato requeridas para la reducción del 50 % del peso en fresco (ED 50) de las poblaciones de *Chloris virgata.*

Reducción de peso fresco (%)				
Población	***d***	***b***	**GR 50 (g. ai ha^{-1})**	**FR**
Río Primero	103.96	2.32	**675.82** ± 62.29 = **551 g ea ha^{-1}**	**551/124= 4.4**
General Pico	101.22	0.96	**152= 124 g ea ha^{-1}**	

Las DL50 mediante un ajuste con un modelo Probit (Figura1) mostró también valores altos de mortalidad, con un Indice de mortalidad de 2106 g ea/756 g ea= **2.8 ,** evidenciando que se necesitan casi 3 veces más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50% de la población del biotipo R1 en relación al biotipo S. A los **21 DDA** con haloxifop evidenció 100% de control en todas las dosis evaluadas (Figura 2). Los resultados obtenidos permiten alcanzar un buen control (95%) de *Chloris* en premacollaje con haloxifop permitiendo reducir costos (US$/ha) hasta 8 veces en relación al glifosato.

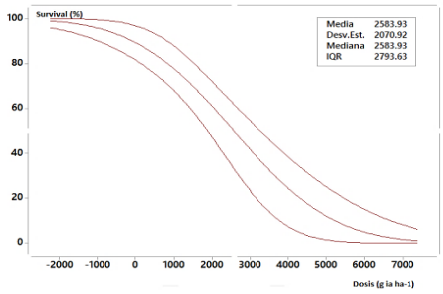


Figura1. Dosis Letal50 en el control de *Chloris virgata* con glifosato a los 21 DDA

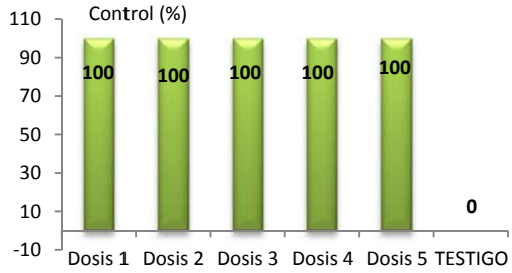


Figura 2.Porcentaje de control de *Chloris virgata* con haloxifop a los 21 DDA.

En macollaje: aplicaciones tardías muestran un incremento de 22 % en la dosis GR50, lo que representa un incremento de **33%** en el costo de control en aplicaciones tardías en macollaje. Estos valores son corroborados por el aumento de el índice de mortalidad (IDL50) de **1.38** (DL50 mac/DL50 premac.) evidenciando que se necesitan casi 1,4 veces (40%) más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50% de la población del biotipo Rio Primero en macollaje. El control visual también mostro un valor bajo con la mayor dosis (4320 g ea ha^{-1}) no superando el 70 % de control, lejos de un valor de control aceptable

a nivel de campo (90% - 95 %). Los resultados obtenidos permiten especular en alcanzar un buen control de *Chloris* con haloxifop (92%) con dosis comercial de 100cc ha^{-1} (54 gia ha^{-1}) o menores, permitiendo mantener prácticamente libre de competencia de *Chloris* hasta que cierre el cultivo de soja.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y en las condiciones en que fueron realizados, es posible concluir que *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero:

- Evidencia Resistencia al herbicida glifosato aplicado en dosis comerciales en los estados fenológicos de 3-4 hojas y macollaje.
- Presenta una alta sobrevivencia a dosis comerciales en el estado fenológico de 3-4 hojas de la maleza (momento recomendado por marbete para un control eficaz).
- Presenta un aumento progresivo de la resistencia a glifosato a medida que avanza en estado fenológico.
- Es 4,4 veces más resistente (FR:4.4) al glifosato en comparación con un biotipo sensible (General Pico, La Pampa) en el estado fenológico de 3-4 hojas.
- Es sensible al herbicida haloxifop a partir de dosis igual o superior a 13.5 gia/ha en el estado fenológico de 3-4 hojas de la maleza. En estado de macollaje se obtienen valores apropiados de control con la utilización de la dosis comercial recomendada.
- Para alcanzar un control de 95% con glifosato en macollaje de *Chloris virgata* representa un incremento de casi **33 %** en el costo de control en relación a aplicaciones en premacollaje.
  Para obtener controles eficaces de *Chloris virgata*, reducir su difusión y presión de selección a herbicidas es necesario conocer sus características bioecologicas y establecer un estricto plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

REFERENCIAS

- **AAPRESID. M**alezas en Argentina .http://www.aapresid.org.ar/rem/%20mapa-de-malezas.Consultada 07/05/2016.
- **Anderson, D. E.** 1974. Taxonomy of the genus *Chloris* (Gramineae).Brigham Young Univ. Sci. Bull., Biol. Ser. 19(2): 1-133.
- **BBCH (BiologischeBundesanstalt, Bundessortenamt and Chemicalindustry)**. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotyledóneas. Centro Federalde Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. Limburgerhof, Alemania. 144 pp.
- **Clayton, W.D;S. A. Renvoize,**1986. Genera graminum grasses of the world. Royal Botanic Gardens. Kew, UK. 389 pp.
- **CONABIO (Mexico):** malezas de México, *Chloris virgata.* http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/chloris-virgata/fichas/ficha.htm#1Consultada 07/05/2016.
- **Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat** 2015.InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar
- **Metzler M., Papa J.C. y Tuesca D.** 2014. *Chloris* spp. Un problema en franca expansión.
- **Molina, A. R.** 2005, 2007. Malezas Argentinas Tomo 1, p.31.
- **Seefeldt, S.S.; Jensen, S.E.; Fuerst, E.P**. 1995.Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship.Weed Technology, v.9, p.218-227.
- **Streibig, J.C.; Rudemo, M.; Jensen, J.E,** 1993.Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C; KUDSK,P. (Ed.) Herbicide bioassay. Boca Raton: CRC Press, p.30-35.
- **Ustarroz, Diego.**2015. Dinámica de emergencia de *Chloris virgata* y su control con herbicidas. http://www.aapresid.org.ar/rem/dinamica-de-emergencia-de-chloris-virgata-y-su-control-con-herbicidas. Consultada 10/05/2016.

EVALUACIÓN Y MANEJO DE RESISTENCIA A GLIFOSATO DE C*hloris elata Dev.* EN LA REGIÓN CENTRAL DE CHACO, ARGENTINA

EVALUATION AND MANAGEMENT OF RESISTANCE TO GLYPHOSATE OF *Chloris elata Dev* IN THE CENTRAL REGION OF CHACO, ARGENTINA

Bracamonte, E[1*],Ledesma, F[1], Marti, P[1], Fernandez, P[2], De Prado R[2]

[1]Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [2]Universidad de Córdoba, España.
*ebracamo@agro.unc.edu.ar.

RESUMEN

Los objetivos del trabajo fueron determinar las causas de dispersión y tolerancia a glifosato de *Chloris elata* en la región centro de Chaco, evaluar el nivel de resistencia, mortalidad, eficacia de control, costo de aplicación de herbicidas alternativos y proponer estrategias de manejo alternativas o complementarias. Los resultados mostraron a los 21 DDA que el biotipo Sáez Peña es sensible a glifosato en dosis ≥ a 467 g ea ha^{-1},alcanzó una DL50 de 347 g ia ha^{-1}, un factor de resistencia de 2.6 en relación a un biotipo sensible y es sensible a haloxifop- P-metil a partir 54 g ia ha^{-1} en el estado de 4-5 hojas. En preemergencia imazetapir y diclosulam mostraron mayor eficacia y residualidad en relación con sulfometuron + clorimuron etil. Para obtener controles eficaces, reducir su difusión y presión de selección es necesario conocer sus características bioecológicas y establecer un estricto plan de manejo del cultivo y de malezas en particular.
Palabras claves*: Chloris elata*, glifosato, resistencia a herbicidas.

ABSTRACT

The main objectives of this research were to determine the dispersion causes and tolerance-glyphosate *Clhoris elata* biotypes from Chaco region; to evaluate the resistance level, mortality, effectiveness control, application costs of alternative herbicides; and develop new management strategies. The results at 21 DAT exibited that Saez Peña biotype was susceptible-glyphosate with a LD50 value of 347 g ae ha-1, an RI of 2.6, and also it was susceptible to haloxifop-p-methyl with 54 g ai ha-1 at 4-5 leaves growth stage. At pre-emergence, imazethapyr and diclosulam showed higher efficacy and residually with respect to sulfometuron + chlorimuron ethyl. In order to obtain effective controls, reducing their diffusion and selection-pressure, it is necessary to know their bioecological characteristics and to establish a strict plan of crop and weed management in particular.
key word: tall windmill grass, Glyphosate, Herbicide resistance.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas agrícolas de Argentina, después de numerosos años de siembra de soja transgénica y el uso predominante de glifosato se observó la aparición y difusión de especies de malezas difíciles de controlar, tolerantes y resistentes al herbicida. Entre ellas, *Chloris elata* Desv. constituye uno de los biotipos con mayor difusión en la región agrícola del centro de la provincia de Chaco. Por ello, conocer sus características bioecologicas y establecer la relación entre las dosis y la respuesta de la maleza en diferentes estadios fenológicos es de fundamental importancia como base para recomendaciones comerciales y técnicas de manejo de herbicidas. Además, permite evaluar la respuesta a distintas dosis de un mismo herbicida, solo o en mezcla, determinando valores de sensibilidad, tolerancia o resistencia en relación a un testigo sin control químico

(Seefeldt *et al.*, 1995; Streibig *et al.*,1993). De acuerdo a lo anteriormente citado es que se propone los siguientes objetivos:

Objetivo General

Identificar el nivel de mortalidad y resistencia de un biotipo de la especie *Chloris elata* al herbicida glifosato y a herbicidas alternativos o complementarios.

Objetivos Específicos

A- Determinar las causas de dispersión y tolerancia de *Chloris elata a* glifosato en la región centro del Chaco.

B- Evaluar el nivel de resistencia y mortalidad del biotipo de *Chloris elata Saenz Peña* al herbicida glifosato en condiciones semi-controladas mediante curvas dosis-respuesta.

C- Evaluar en forma prospectiva la eficacia de control y costo de aplicación de herbicidas pre-emergentes y post-emergentes alternativos y/o complementarios al glifosato.

D- Proponer estrategias de manejo integradas, complementarias y alternativas de *Chloris elata.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar las características bioecológicas y causas agronómicas de dispersión y resistencias y/o tolerancias a glifosato de *Chloris elata* se utilizó publicaciones de extensión e investigación tecnológica y científicas nacionales e internacionales sobre características bioecológicas de la especie, modelo productivo y características agroclimáticas de la región. *Chloris elata* fue seleccionada por su alta difusión y dificultad para su control eficiente en la zona rural de Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Los ensayos se realizaron en condiciones semi-controladas (campo-invernadero) durante las estaciones agrícolas 2016/2017 en el Laboratorio de Ecotoxicología, F.C.A.,UNC. Para el ensayo en preemergencia se seleccionaron para su evaluación diclosulam (84%), imazetapir (10,6%) y Ligate (sulfometuron metil (20%)+ clorimuron etil (15%)), aplicados con dosis comercial recomendada (25.2, 106 y 35 g ia ha^{-1}, respectivamente) y 5 repeticiones por tratamiento. Para el control en postemergencia de las malezas, se seleccionaron glifosato 79% (72% eq. Acido): dosis 0; 256,75; 513,5; 1027; 2054 y 4108 g ia ha^{-1}) y haloxifop- P-metil 54 % (0, 13.5, 27, 54, 108 y 216 g ia ha^{-1}). Los tratamientos se realizaron cuando las malezas presentaban 4-5 hojas verdaderas equivalente a BBCH 13-14 (BBCH, 2001) y se aplicaron con pulverizadora de aire comprimido con pastillas 110-02, con un caudal de 100 l/ha. Las evaluaciones se realizaron a los 10 y 21 DDA. Se evaluó de manera visual el porcentaje de control y la Dosis Letal Media (DL50) mediante el modelo de ajuste Probit. A los 21 DDA, se evaluó la reducción de crecimiento (GR) mediante el modelo dosis-respuesta (Seefeldt *et al.*1995), expresada como reducción de peso fresco (%) de las plantas tratadas con respecto a un control no tratado. Para establecer el Factor de Resistencia relativa (FR) se estableció la relación: GR50SP/GR50S donde GR50SP.= GR50 de *Chloris elata* biotipo "Sáenz Peña" y GR50S=GR50 obtenida en la especie sensible. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con 4 repeticiones por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el software Insfostat (Di Rienzo *et al,* 2015). Para la significancia de los tratamientos se utilizó el ANAVA y para las diferencias entre los tratamientos se utilizó el Test de LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características taxonómicas y bioecológicas (Anderson, 1974; Clayton, 1986; Molina y Rugulo, 2003) de *C.elata* y el manejo productivo (AAPRESID, 2016, Placido et al, 2013) favorecen la presencia y dispersión de *Chloris elata* en la región central de Chaco. La evaluación visual a los **21 DDA** post-emergentes mostró un control deficiente con la dosis más baja evaluada (58%), mientras que con dosis entre 467 a 3744 g ea ha^{-1}se obtuvo un control total de *C.elata*. El valor de GR50 del biotipo "Sáenz Peña" (Figura 1) evidenció que es **2,6** veces más tolerante que el biotipo sensible (Tabla 1). Estos

resultados evidencian que el biotipo "Sáenz Peña" se podría presentar como Resistente a glifosato (FR≥ 2.5), La DL50 mostro un valor de **347** g ea ha^{-1} (0,62 l ha^{-1} PF) (Figura 2).

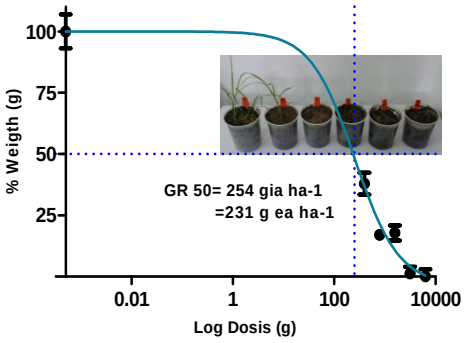


Figura 1. Curva Dosis-Respuesta y GR50 con glifosato sobre *Chloris elata*, biotipo "Sáenz Peña" a los 21 DDA.

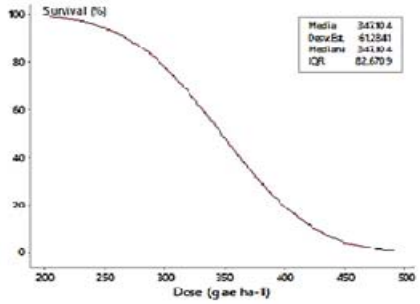


Figura 2. Curva Dosis-Respuesta y GR50 con glifosato sobre *Chloris elata*, biotipo "Sáenz Peña" a los 21 DDA.

Tabla 1. Parámetros y GR50 utilizada para calcular las dosis de glifosato requeridas para la reducción del 50 % del peso en fresco de las poblaciones de *Chloris elata SP y S.*

Biotipo	***c***	***d***	***b***	***GR(g ea ha^{-1})***	***R^2***	**FR**
Sáenz Peña	-3.544	99.99	*-1*	231	*0.96*	231/90= **2.6**
Sensible (S)	-6.87	97.16	-1.20	90	0.95	

A los **21 DDA** post-emergentes se observó alta efectividad de control con haloxifop-P-metil entre las dosis 54 y 216 g ia ha^{-1}, superando todas ellas 90% de mortalidad (Figura 4).

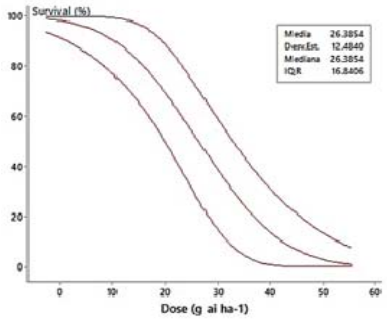


Figura 3. Dosis Letal50 en el control de *Chloris elata* con haloxifop a los 21 DDA

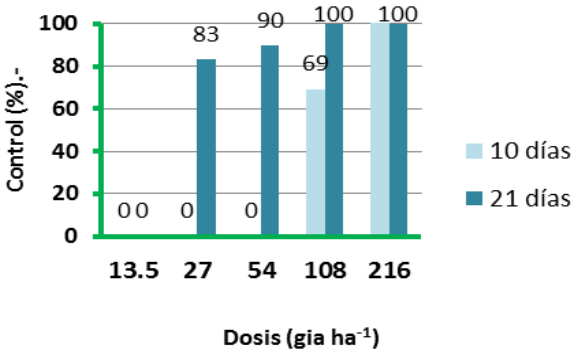


Figura 4. Control de *Chloris elata* biotipo "Sáenz Peña" con haloxifop a los 10 y 21 DDA.

Los resultados con haloxifop a los 21 DDA muestran que la dosis comercial sugerida no llegó al control total de las malezas. Las dosis más altas si mostraron alta eficacia, alcanzando todas el 100% de control

(Figura 4), con una DL50 de 26,5 g ia ha^{-1} (Figura 3). Los resultados finales evidencian un control total de *Chloris elata* con 467 g.e.a ha^{-1} de glifosato (650 g ha^{-1} de PF) y con un costo de 4,36 US$ ha^{-1}. Para obtener el mismo resultado con haloxifop se requiere 108 g ia ha^{-1} (200 cc ha^{-1} de PF), con un costo de 13 US$/ha. A los 21 DDA, en preemergencia con diclosulam e imazetapir, se observó que ambos herbicidas tuvieron una media de control mayor en germinación (72% y 70 %, respectivamente) en relación a Ligate (27%), aunque sin alcanzar ambos una óptima eficacia de control (≥ 90%). Estos herbicidas también muestra un costo de aplicación similar, alcanzando valores de 15,4 y 14,4 US$ ha^{-1}, respectivamente.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y en las condiciones en las que fueron realizados los ensayos, es posible concluir que *Chloris elata*, biotipo Sáez Peña

- Es 2.6 veces más tolerante a glifosato en relación a un biotipo S en 4-5 hojas de la maleza, evidenciando posibilidad de Resistencia a glifosato.
- Es sensible a glifosato en dosis iguales o superiores a 467 g.ea ha^{-1} en 4-5 hojas de la maleza.
- Es sensible a glifosato con DL50 de 347 g.ea ha^{-1} en el estado 4-5 hojas de la maleza.
- Es sensible al herbicida haloxifop P-metil a partir de la dosis de 54 g.ia ha^{-1} en 4-5 hojas.
- El control en pre-emergencia es deficiente con el herbicida Ligate.
- Los herbicidas imazetapir y diclosulam son igualmente eficaces en control y residualidad sobre *Chloris elata* biotipo Saenz Peña.

Para obtener controles eficaces de *Chloris elata*, reducir su difusión y presión de selección a herbicidas es necesario llevar un plan correcto de monitoreo de la maleza, conocer sus características bioecológicas y establecer estrictamente un plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

REFERENCIAS

- AAPRESID. Mapa de malezas en Argentina. Disponible en: http://www.aapresid.org.ar/rem/%20mapa-de-malezas.Consultada 07/05/2016.
- Anderson, D. E. 1974. Taxonomy of the genus Chloris (Gramineae). Brigham Young Univ. Sci. Bull., Biol. Ser. 19(2): 1-133.
- BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry). 2001. Estadios de las plantas mono y dicotyledóneas. Centro Federalde Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. Limburgerhof, Alemania. 144 p.
- Clayton, W. D. y S. A. Renvoize. 1986. Genera graminum grasses of the world. Royal Botanic Gardens. Kew, UK. 389 pp.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015.Grupo InfoStat, FCA,Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar
- Molina A. M.; Rúgulo, Z. E. 2004. Revisión taxonómica de las especies del género Chloris (Poaceae: Chloridoideae) en Sudamérica. <disponible en: http://www.ville-ge.ch/cjb/publications/cando592/C592_347-428.pdf> Consultada el 25/10/16
- Plácido H.; González-Torralva, F.; Martins, A.; Paiola, A.; Menéndez J.; De Prado, R. 2013. Resistencia a glifosato en biotipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW.recolectados en Brasil. Revista Agropecuaria y Forestal APF 2(1): 19-22.Disponible en: http://www.sodiaf.org.do/revista/sodiaf/vol2_n1_2013/articulo/19_22_APF_V01_N02_2013.pdf. Consultado 30/11/16.
- Seefeldt, S.S.; Jensen, S.E., Fuerst, E.P. 1995.Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. Weed Technology, v.9, p.218-227.
- Streibig, J.C.; Rudemo, M., Jensen, J.E. 1993. Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C; KUDSK, P. (Ed.) Herbicide bioassay. Boca Raton: CRC Press, p.30-35.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS EN APLICACIONES POSTEMERGENTES TEMPRANAS EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

EVALUATION OF MIXTURES OF HERBICIDES IN EARLY POSTEMERGENCE APPLICATIONS IN SUGAR CANE FIELD

Borrero, L.1 y Viera, F.[2]
1 Estudiante de Agronomía, Universidad de Las Tunas, Cuba. nolberlbagro@estudiantes.ult.edu.cu
2 Profesor Universidad de Las Tunas, Cuba. fviera@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas, para la evaluación de la efectividad de seis mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C87-51, en caña planta de primavera, en aplicaciones postemergentes tempranas, en tres tipos de suelos. Dos tratamientos incluyeron la Ametrina con Diurón y 2,4 D amina y en los restantes se evaluaron diferentes dosis de Isoxaflutole mezclado con Ametrina y 2,4 D amina. Se establecieron parcelas de 80 m^2 en bloques al azar. La efectividad se evaluó con el porcentaje de cobertura por arvenses, la fitotoxicidad provocada a la caña, y el coste asociado a cada tratamiento. Las mezclas de herbicidas más eficientes fueron las que incluyeron el Isoxaflutole con dosis de 0,15; 0,20 y 0,25 $kg.ha^{-1}$ de producto comercial (pc) en los suelos Fersialítico, Pardo y Vertisol respectivamente.
Palabras claves: caña de azúcar, herbicidas, postemergente, arvenses, suelos.

ABSTRACT

The research was carried out in areas of production from Majibacoa Enterprise, Las Tunas province, to evaluate the effectiveness of mixtures of herbicides in weed control in sugar cane plantations, variety C87-51 in plant cane spring, in early postemergent applications in three types of soils. Two treatments included Ametrina with Diuron and 2,4 D amina and the rest was evaluated with different doses Isoxaflutole mixed with Ametrina and 2,4 D amina. Plots of 80 m^2 were distributed at random blocks. The effectiveness was evaluated by means of the covering percentage by weeds and the provoked toxicity to the cane plants, keeping in mind the cost associated to each treatment. In preemergence applications in spring cane plant, the most efficient herbicides mixture were the Isoxaflutole with dose of 0.15; 0.20 and 0.25 $kg.ha^{-1}$ of commercial product (pc) in the soils Fersialítico, Brown and Vertisol respectively.
Key words: sugarcane, herbicides, postemergence, weed, soils.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los agroecosistemas, las arvenses son una forma especial de vegetación altamente exitosa, que crece en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas; su éxito puede medirse por la rapidez de la colonización, la dificultad de su eliminación y el efecto negativo sobre la productividad de las especies cultivadas (1). Sus daños pueden ser desde imperceptibles a muy severos y dependiendo de su biología, distribución, dispersión y persistencia, pueden convertirse en una verdadera peste, causando pérdidas de hasta un 30% de la productividad (2).

Las malas hierbas son la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas, que conjuntamente con la despoblación, obligan al arranque de un campo de caña en un período muy corto, con una vida útil de bajos rendimientos y altos costos de producción (3). En Cuba se han reportado pérdidas por la competencia

permanente de las malezas en casos extremos que fluctúan desde un 28% hasta un valor máximo de 97,5%. Según otros autores, el control de las mismas puede representar del 5-6% del costo de producción (4).
En este trabajo se realizó una evaluación de la efectividad de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum spp*. híbrido), variedad C87-51, en caña planta de primavera, en aplicaciones postemergentes tempranas, en tres tipos de suelos en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en áreas de producción de la Empresa Azucarera "Majibacoa", ubicada en la zona central de la provincia Las Tunas, para evaluar la efectividad de seis mezclas de herbicidas en el manejo de arvenses en cepas de caña planta de primavera, donde ya la caña ha brotado y se encuentra en la fase de puyón y comienzan aparecer en el área algunas arvenses. Se desarrollaron tres experimentos en suelos con diferentes características, que abundan en esta Empresa.
Los experimentos se montaron en un diseño experimental de bloques al azar, con un tamaño de parcela de 80 m^2; cepa de primavera tardía (mayo); con el cultivar C87-51; los tratamientos se aplicaron 20 días después de la plantación; los tipos de suelos empleados en el estudio fueron Fersialítico pardo rojizo; Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco; el contenido de humedad del suelo se determinó por gravimetría.
El tipo de aplicación empleado fue de postemergencia temprana de las malezas; utilizando como medio de aplicación: asperjadora manual (MATABI) con boquilla flood jet DT 5, calibrada a una solución final: 250 L. ha^{-1-} y cosecha manual a los 20 meses.
Tratamientos evaluados: $kg.ha^{-1}$ o $L.ha^{-1}$.
1 Testigo sin aplicar
2 Ametrina + Diurón (2 + 4)
3 Ametrina + 2,4-D amina (2 + 2)
4 Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D amina (0,10 + 1,5 + 2)
5 Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D amina (0,15+1,5+2)
6 Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D amina (0,20+1,5+2)
7 Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D amina (0,25+1,5+2)
Evaluaciones realizadas:

La determinación del porcentaje de cobertura de las arvenses se realizó a los 80 y 95 días después de la aplicación de los herbicidas (dda). El 5% de cobertura fue el máximo valor que se fijó para considerar los campos limpios de arvenses; a partir de este valor en esta Empresa se aplican métodos de control, aquí se tuvo en cuenta la escala de Maltsev (1962), muy utilizada en Cuba (5). Para determinar el porcentaje de cobertura se utilizó el método visual, con la ayuda de un marco de madera de 0,50*0,50 m (0,25 m^2), según la metodología propuesta por este mismo autor.
La determinación de la fitotoxicidad se realizó a los 35 días de la aplicación de los herbicidas. Se aplicó la escala de EWRS (European Weed Research Society) (6).
El rendimiento agrícola se determinó pesando la caña de los dos surcos centrales de cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzadora Yumz-6KM.
Para realizar la valoración económica se determinó el costo de cada tratamiento (CT), según el precio de los diferentes herbicidas y sus dosis y los días que se mantuvieron limpios los campos de caña (DL) en los diferentes tipos de suelo, con estos datos se calculó el costo por día limpio (CPDL). CPDL=CT/DL
Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 0,05 de significación. A los datos porcentuales se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (modificada) para valorar si debían ser transformados. Se utilizó el paquete estadístico "Infostat" de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 80 dda donde se aplicó los tratamientos de Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D Amina, en dosis de Isoxaflutole de 0,15; 0,20 y 0,25 kg.ha^{-1} se mantuvo el suelo libre de arvenses en los suelos Fersialítico y Pardo (Tabla I), sin embargo en el Vertisol, esto sólo se logró con la mayor dosis (0,25 kg.ha^{-1}). Todos estos tratamientos mantuvieron resultados muy superiores al resto de los tratamientos debido a su efecto residual.
A los 95 dda los menores porcentajes de cobertura por arvenses en el suelo Fersialítico se alcanzaron con las mezclas en los tratamientos de Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D Amina, en dosis de 0,15; 0,20 y 0,25 kg.ha^{-1}. En el suelo Pardo el menor pca se obtuvo con los tratamientos Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D Amina, en dosis de 0,20 y 0,25 kg.ha^{-1} respectivamente, sin existir diferencias significativas entre ellos. En el suelo Vertisol el mejor resultado se logró con la mayor dosis (0,25 kg.ha^{-1}). Aquí es recomendable seleccionar las menores dosis por ser más económicas.
Como es conocido, la gran mayoría de los herbicidas requieren que las arvenses estén comenzando su germinación o estén en las etapas iniciales de crecimiento y que haya suficiente humedad en el suelo para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de la predominancia de tipos de malezas, bien sean gramíneas, ciperáceas o de hoja ancha (7).
Es conocido que las malezas anuales y bianuales son más sensibles a los herbicidas en sus primeros estados de desarrollo, principalmente debido al mayor desarrollo cuticular en tejidos maduros, que actúa como una barrera para la absorción de herbicidas. En tanto, en malezas perennes es fundamental lograr la transportación del herbicida a los órganos de reserva, realizando las aplicaciones en los momentos de mayor translocación de asimilatos y máxima relación de biomasa aérea/ subterránea.

Tabla I. Porcentaje de cobertura de arvenses y fitotoxicidad provocada por los herbicidas a la caña.

Tratamientos (kg ó l.ha^{-1} pc)	Fersialítico			Pardo			Vertisol		
	% CB 80 días	% CB 95 días	FT	% CB 80 días	% CB 95 días	FT	% CB 80 días	% CB 95 días	FT
1 Testigo	65.0	71.50 e		70.0	81.88 f		70.0	85.0 e	
2 A+D (2+4)	15.0	40.88 c	1.5	20.0	42.00 d	1.5	22.5	45.6 c	1.5
3 A+2,4-D (2+2)	40,0	55,63 d	2,0	42,0	60,63 e	2,0	45,0	65,1 d	2,0
4 I+A+(2,4-D) (0,10+1,5+2)	8,5	16,00 b	2,0	10,5	20,13 c	2,0	15,0	21,7 b	2,0
5 I+A+2,4-D (0,15+1,5+2)	_	6,25 a	2,0	_	15,7 bc	2,0	5,0	17,5 b	2,0
6 I+A+2,4-D (0,20+1,5+2)	_	6,00 a	2,5	_	10,5 ab	2,5	2,5	16,1 b	2,5
7 I+A+2.4-D (0,25+1,5+2)	_	5,62 a	2,5	_	8,88 a	2,5	_	9,88 a	2,5
ES		0,86			1,24			1,22	

Las especies de arvenses que presentaron la mayor intensidad de aparición en estos suelos, donde no se aplicó herbicidas fueron: *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), *Dichanthium annulatum* (Forks.), *Echinochloa colona* (L.), *Cyperus rotundus* (L.), *Eleusine indica* (L.) y *Cynodon dactylon* (L.). Luego de las aplicaciones de herbicidas, *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), *Dichanthium annulatum* (Forks.), *Echinochloa colona* (L.), *Cynodon dactylon* (L.) y *Cyperus rotundus* (L.), fueron las de mayor intensidad de aparición, con valores en estas dos últimas entre 8-11% y con valores alrededor de 20% en *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) y *Dichanthium annulatum* (Forks.). En el suelo Fersialítico no se reportaron las especies de arvenses *Brachiaria mutica* (Forsk.) y *Commelina difusa* (Burm.) y en el Vertisol *Bidens pilosa* (L.) y *Vigna vexillata* (L).
La mayor cantidad de días limpios se logró con las mezclas de herbicidas que incluyeron el Isoxaflutole + Ametrina + 2,4-D. En el suelo Fersialítico de modo general fue donde la cantidad de días que permaneció el suelo libre de arvenses fue mayor. En los suelos Pardo y Vertisol los resultados fueron similares (Tabla II).

La mayor cantidad de días limpios se logró con las dosis a partir de 0,15 kg.ha^{-1} de Isoxaflutole. En el suelo Fersialítico con 0,15 kg.ha^{-1} se obtuvo un buen resultado, ya que las otras dosis superiores sólo mantuvieron 2 días más el campo limpio. En el suelo Pardo con 0,20 kg.ha^{-1} hubo un buen comportamiento, ya que al aumentar la dosis en el tratamiento 7, sólo hubo un día limpio más. En el Vertisol con la mayor dosis 0,25 kg.ha^{-1} fue donde se obtuvo la mayor cantidad de días limpios, superando a las otras mezclas por lo menos en tres días.

Tabla II. Valoración económica.

Tratamientos (kg ó l. ha^{-1} pc)	Días limpios			Costo CUP. ha^{-1}	Costo (CUP) por día limpio		
	Fpr	Pardo	Verti		Fpr	Pardo	Verti
1 Testigo							
2 A+D (2+4)	60	50	45	43,30	0,72	0,87	0,96
3 A+2,4-D (2+2)	30	25	25	24,38	0,81	0,98	0,98
4 I+A+2,4-D (0,10+1,5+2)	70	70	67	35,94	0,51	0,51	0,54
5 I+A+2,4-D (0,15+1,5+2)	90	84	84	43,40	0,48	0,52	0,52
6 I+A+2,4-D (0,20+1,5+2)	92	88	87	50,86	0,55	0,58	0,58
7 I+A+2,4-D (0,25+1,5+2)	92	90	91	58,32	0,63	0,65	0,64

A: Ametrina; D: Diurón; I: Isoxaflutole.

Los tratamientos 5, 6 y 7 que incluyeron las dosis más elevadas de Isoxaflutole, más los otros dos herbicidas (Ametrina + 2,4-D) resultaron las más costosas, debido fundamentalmente al costo de la Ametrina y el 2,4-D, 6,75 CUP.kg^{-1} y 5,44 CUP.l^{-1} respectivamente.

CONCLUSIONES

El mejor control de arvenses se obtuvo con las mezclas de herbicidas que incluyeron el Isoxaflutole; en el suelo Fersialítico con la dosis de 0,15 kg.ha^{-1}, en el Pardo con 0,20 kg.ha^{-1} y en el Vertisuelo con 0,25 kg.ha^{-1}. Con estos tratamientos también se alcanzaron los menores costos por día limpio.

REFERENCIAS

1- Rodríguez, J. Las malezas y el Agroecosistema. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental de Uruguay. [en línea]. 2007. [Consultado: 15-12-2007]. Disponible en: <http:www.pv.fagro.edu.uy/Malezas>.

2- Daehler, C. y Virtue, J. Variable perception of weeds and the implication for WRA. En: International Weed Risk Assessment Workshop (IWRAW). [en línea]. 2007. [Consultado: 10-12-2007]. Disponible en: <http:www. hear.org/iwraw>.

3- Álvarez, A. Las malas hierbas nos reducen la Zafra 2002 en 1,4 millones de toneladas de azúcar como mínimo: 54 millones de dólares menos de ingresos netos. Memorias II Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Ciencia de Malezas. INICA-INISAV, Jardín Botánico Nacional, La Habana, Noviembre 23-25 del 2001, pp.56-58.

4- Conlong, D. E. y Campbell, P. L. Integrated weed management for sugarcane field verges: *Melinis minutiflora* and *Cynodon dactylon* encroachment. Proc S Afr Sug Technol Ass. 2010, vol. 83, p. 276 – 279.

5- Labrada, R. Métodos para el Estudio de las Malezas y los Herbicidas. Primera edición. La Habana: Ediciones ENPES. 1991. 149 pp.

6- CIBA-Geigy. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza: Editorial CIBA-Geigy. 1981. 205 pp.

7- Rincones, C. Control de malezas en caña de Azúcar. FONAIAP DIVULGA, No. 20. 1986. 4p.

TASAS DE SUPERVIVENCIA DE *Panicum maximum* Jacq. EN DIFERENTES LOCALIDADES DE TUCUMÁN. ARGENTINA

SURVIVAL RATES OF *Panicum maximum* Jacq. IN DIFFERENT LOCALITIES OF TUCUMÁN. ARGENTINA

Cabrera, D.C. *[1], Ginel, I.H., Chaila, S., Sobrero, M.T[2]., Villagrán, L.F.[1], Varela, E.A[1].

[1] Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT, Av. Pte. Néstor Kirchner 1900 (Tucumán), [2] Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE, avda. Belgrano 1912 (Santiago del Estero)
* e-mail: carinacabrera@outlook.com.ar

RESUMEN

P. maximum, especie perenne con capacidad de propagación sexual y asexual, es una importante maleza en caña de azúcar. El objetivo de este trabajo fue analizar las tasas de supervivencia de plantas provenientes de cepas establecidas, esquejes y semillas de *P. maximum* en diferentes localidades. Como resultado en todas las localidades la tasa de supervivencia de cepas establecidas fue superior, en relación a la de plantas provenientes de semillas y esquejes. Dentro de plantas provenientes de esquejes o semillas cuando se registró más de una cohorte, la tasa de supervivencia fue decreciente con respecto al tiempo, es decir que, individuos que emergieron primero tuvieron tasas de supervivencia superiores a aquellos que emergieron posteriormente. Se observó también que los números de cohortes y sus tasas de supervivencia fueron diferentes entre localidades. Estos comportamientos diferenciales influyen en el potencial invasor de la maleza.
PALABRAS CLAVE: *Panicum maximum*, tasas de supervivencia, cohortes.

ABSTRACT

P. maximum is a perennial species with sexual and asexual propagation capacity. This is an important weed in sugarcane. The aim of this study was to analyze survival rates of stablished plants, and those from cutting and seeds in different localities. The results showed that the survival rate of stablished plants was higher than plants from cutting and seeds for all the localities. For different cohorts of plants from cutting or seed, the survival rates were decreasing. Plants from the first cohort registered superior survival rate than individuals from the last cohorts. The cohorts' number and the survival rates were different between localities. These differential behaviors influence in the invasive potential of *P. maximum.*
KEY WORDS: *Panicum maximum,* survival rate, cohorts.

INTRODUCCIÓN

P. maximum, especie perenne con capacidad de propagación sexual y asexual, es una importante maleza en caña de azúcar (Holm et al., 1977). La forma más efectiva de limitar invasiones de plantas es evitar que sucedan. Sin embargo, las estrategias preventivas que reducen las invasiones son difíciles de conseguir debido a la falta de información de las características biológicas y ambientales de las especies invasoras (Enserink, 1999). Entre esas características el análisis del comportamiento de cada una de las formas de propagación de la maleza y dentro de cada una de estas, el estudio del comportamiento de las cohortes permiten un manejo más acertado de la maleza (Colbach et al., 2006). En Tucumán no hay estudios sobre las estrategias reproductivas de *P. maximum*, por lo tanto en este trabajo se planteó analizar las tasas de supervivencia de plantas provenientes de cepas establecidas, esquejes y semillas de *P. maximum* en diferentes localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

En Tucumán, durante las campañas 2011-2012; 2012-2013 y 2013-2014, en las localidades de El Cevilar (S 26°59´970´´;0 065°06´156´´); Los Villagra (S 26°57´170´´;O 065°12´541´´); Los Nogales (S 26°44'580´´; O 65°13'120´´) y Famaillá (S 27°00´238´´;O 065°22´942´´), en cañaverales del cultivar LCP 85-384, soca de dos años, a excepción de El cevilar, donde además se avaluó un área sin cultivo, se marcaron parcelas de 5 has, dentro de las cuáles se marcaron 30 sub-parcelas de monitoreo de 1,60 x 1 m distribuidas al azar. Los lotes se mantuvieron con el manejo convencional sin aplicación de herbicidas. Desde Agosto, a Mayo de cada campaña, se marcaron periódicamente las plantas provenientes de cepas: plantas que quedaron de la campaña anterior; esqueje 1: primer flujo de brotación; esqueje 2: segundo flujo de brotación; semilla 1: primera cohorte; semilla 2: segunda cohorte; semilla 3: tercera cohorte, con el objeto de calcular la tasa de supervivencia. En cada una de las localidades, solo se consideraron los pulsos de brotación y cohortes que se registraron en las 3 campañas evaluadas. Se emplearon modelos lineales generales y mixtos. Se realizaron análisis comparativos dentro de cada localidad, donde se consideró un diseño en parcelas divididas completamente aleatorizadas, siendo el factor principal "años" y los factores secundarios "tipos de individuos". Las diferencias entre las medias de los tratamientos se analizaron mediante el test LSD de Fisher. El paquete estadístico utilizado fue INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el lote cultivado de Los Nogales y el lote sin cultivo con presencia natural de la maleza de El Cevilar la interacción año x tipos de individuos resultó significativa y por lo tanto se consideraron las tasas de supervivencia de los diferentes tipos de individuos de las 3 campañas. En cambio, para los lotes cultivados de Famaillá, Los Villagra y El Cevilar las variables "año" y "tipos de individuos" ($P<0,05$) resultaron significativas, no así, la interacción "año x tipos de individuos" ($P>0,05$), lo que demostró que las diferencias entre tipos de individuos fueron similares en las tres campañas, por lo que se consideró un valor promedio para cada tipo de individuo. Todas las localidades se caracterizaron por registrar una tasa de supervivencia diferencial para cepas establecidas, en relación a plantas provenientes de semillas y esquejes. Dentro de plantas provenientes de esquejes o semillas cuando hubo más de un pulso, la tasa de supervivencia fue decreciente con respecto al tiempo, es decir que, individuos que emergieron primero tuvieron tasas de supervivencia superiores a aquellos que emergieron posteriormente. En Los Nogales, se evaluó cepas establecidas, plantas provenientes de esqueje 1 y 2 y de semillas 1, 2 y 3. Las tasas de supervivencia de cepas (entre 711 y 790‰) no presentaron diferencias significativas entre sí. Los resultados de campaña 2011 para esqueje 1 y semilla 1 superaron estadísticamente a los registrados en 2012 y 2013. Esqueje 2 con una tasa de supervivencia del 213‰ para 2011, y de 183‰ para 2012 fueron estadísticamente comparables y superaron la tasa de supervivencia obtenida en 2013 (50‰). Semilla 2 con una tasa de supervivencia del 253‰ en 2011, superó estadísticamente a la tasa obtenida en 2013 (156‰). Semilla 3 en 2011 registró 0‰ de supervivencia y difirió estadísticamente de la tasa de supervivencia obtenida en 2013 (157,7‰). Entre plantas provenientes de esquejes y semillas, en 2011, Esqueje 1, Semilla 1 y Semilla 2 con tasas de supervivencia del 338‰, 319‰ y 253‰, respetivamente superaron estadísticamente a esqueje 2, semilla 3 (213‰ y 0‰, respectivamente). En 2012 y 2013 no se registraron diferencias significativas entre esqueje 1, esqueje 2, semilla 1, semilla 2 y semilla 3 (Figura 1a). En Famaillá, se evaluaron plantas provenientes de cepas establecidas, esqueje 1 y semillas 1, 2, y 3. En esta localidad Cepa con una tasa de supervivencia del 769‰ superó las tasas obtenidas para el resto. La tasa de supervivencia de esqueje 1 (117‰) fue comparable a la de semilla 3 (129‰). Ambas fueron inferiores a los valores registrados en semilla 1 y 2 (203 y 193‰, respectivamente) (Figura 1b).

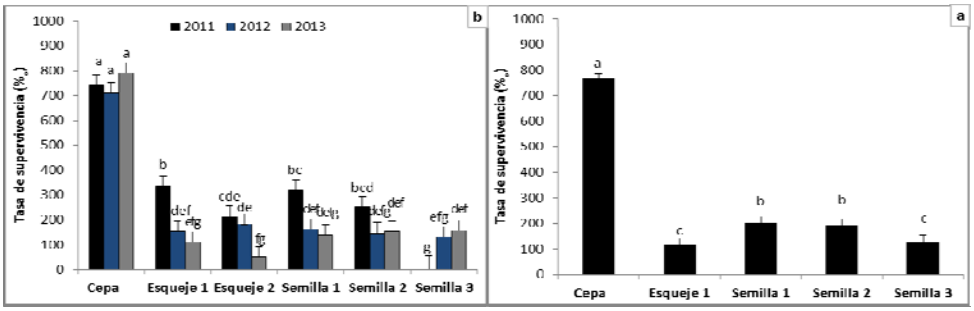


Fig. 1 Supervivencia de cepas establecidas, esquejes y semillas de *P. maximum* para las localidades de Los Nogales (a) y Famaillá (a). (Letras diferentes indican diferencias significativas según test LSD de Fisher (P<0,05)).

En Los Villagra, se evaluaron plantas provenientes de cepas establecidas, esqueje 1 y semilla 1, 2 y 3. Plantas provenientes de cepas registraron una tasa de supervivencia del 675‰ y al igual que en Los Nogales y Famaillá presentaron diferencias significativas con las tasas de supervivencia de plantas provenientes de esquejes y semillas. Las menores tasas de supervivencia se registraron, para esqueje 1 (62‰), semilla 2 (111‰) y semilla 3 (61‰). Al igual que Famaillá el pulso de brotación de esquejes y todas las cohortes de plántulas registraron supervivientes (Figura 2). En El Cevilar, en el lote cultivado se evaluó la supervivencia de plantas provenientes de cepas establecidas, esqueje 1 y semilla 1 y 2. Plantas provenientes de cepas registraron una tasa de supervivencia del 599‰ y al igual que, en el resto de las localidades superaron estadísticamente a plantas provenientes de esquejes y semillas. Semilla 1 con una tasa de supervivencia del 110‰ difirió estadísticamente de esqueje 1 y semilla 2 (150 y 230‰, respectivamente) (Figura 3a). En las tres campañas en esta localidad se registró una tercera cohorte de plántulas de la cual no hubo supervivientes. En el lote sin cultivo, se evaluaron plantas provenientes de cepas, esqueje 1 y semillas 1, 2, y 3. La interacción Año x tipo de individuo (P=0,0015), resultó significativa, entendiéndose que hubo respuestas diferenciales de cada tipo de individuo según la campaña. Las cepas establecidas de las tres campañas no difirieron estadísticamente entre ellas. Con respecto a la brotación de esquejes entre 2011 y 2013 no se registraron diferencias significativas con tasas del 56 y 51‰ respectivamente, mientras que, en 2012, no se registró ningún superviviente. Para las cohortes de plántulas en todas las campañas se registraron diferencias significativas entre semilla 1 con tasas entre 259 y 70‰ y semilla 3 con tasas de supervivencia entre 0 y 70‰. En general la campaña 2011 registró mayores tasas de supervivencia que 2012 y 2013. En 2012 y 2013 semilla 3 no registró supervivientes (Figura 3b). Las tasas de supervivencia de plantas provenientes de esquejes o semillas para todas las localidades registraron un comportamiento similar al estudiado en plantas provenientes de semillas en *S. halepense* (Scopel et al., 1988). El momento de emergencia tiene un efecto en la probabilidad de supervivencia de las plántulas. Cohortes tempranas compiten fuertemente con cohortes de plántulas tardías aún con diferencias de pocos días en la emergencia de una u otra (Miller, 1987). Se observa también comportamientos diferenciales para cada localidad.

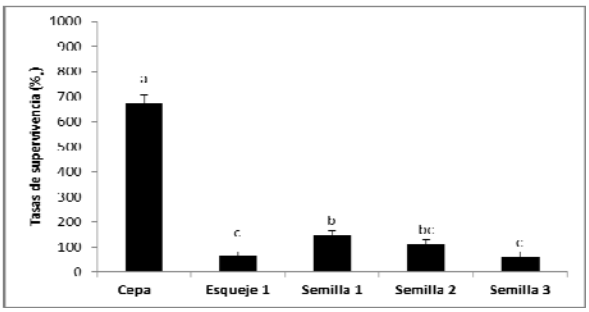


Fig. 2 Supervivencia de cepas establecidas, esquejes y semillas de *P. maximum* para la localidad de Los Villagra (letras diferentes indican diferencias significativas según test LSD de Fisher (P<0,05)).

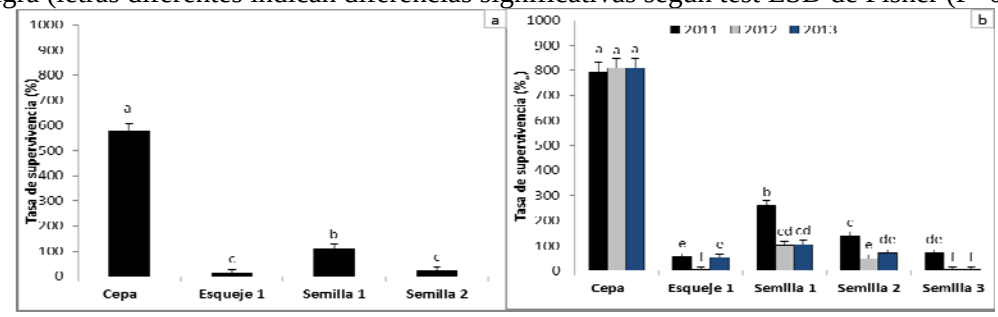


Fig. 3 supervivencia de cepas establecidas, esquejes y semillas *de P. maximum* para la localidad de El Cevilar en un lote con caña de azúcar (a) y un área sin cultivo (b). (Letras diferentes indican diferencias significativas según test LSD de Fisher (P<0,05)).

CONCLUSIONES

La capacidad invasora de la especie evaluada, a través de las tasas de supervivencia, demuestran que plantas provenientes de cepas establecidas son superiores en relación a plantas provenientes de esquejes y semillas. También es evidente un comportamiento diferencial en cuanto a tasas de supervivencia según las características de cada localidad, lo que inferiría en el potencial invasor de la maleza.

REFERENCIAS

1-Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V.; Herberger, J.P. The world´s worst weeds. Distribution and biology. Hawaii, USA: University Press of Hawaii, 1977. p. 348-351, 391 pp.

2- Enserink, M. Biological invaders sweep in. Science, 1999, 285: 1834-1836.

3- Colbach, N.; Durr, C.; Roger-Estrade, J.; Chauvel, B; Caneill, J. AlomySys: modelling black-grass (Alopecurus myosuroides Huds.). Germination and emergence, in interaction with seed characteristics, tillage and soil climate, I: construction. Eur J Agron, 2006, 24:95–112.

4- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat, versión 2014, Grupo InfoStat. Cordoba, AR: Universidad Nacional de Córdoba, 2014, 336pp.

5- Scopel, A.L.; Ballare, C.L.; Ghersa, C.M. Role of seed reproduction in the population ecology of Sorghum halepense in maize crops. J Appl Ecol, 1988, 25: 951-962.

6- Miller, T.E. Effects of emergence time on survival and growth in an early old-field plant community. Oecologia, 1987, 72: 272–278.

Panicum maximum Jacq. EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN, ARGENTINA

Panicum maximum Jacq. IN SUGAR CANE FIELDS IN TUCUMÁN, ARGENTINA

Cabrera, D.C. *[1], Ginel, I.H. [1], Chaila, S.[1]., Sobrero, M.T[2]., Villagrán, L.F.[1], Varela, E.A.[1]

[1] Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT, Av. Pte. Néstor Kirchner 1900 (Tucumán), [2] Facultad de Agronomía y Agroindustrias, UNSE, avda. Belgrano 1912 (Santiago del Estero)
* e-mail: carinacabrera@outlook.com.ar

RESUMEN

En Tucumán, Argentina, *P. maximum* es una de las principales malezas perennes del cultivo de caña de azúcar. El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución y grado de importancia de la maleza y las características relacionadas al manejo del cultivo. La maleza, registró una frecuencia que varió del 33 al 51%, siendo los principales departamentos afectados Leales, Lules y Monteros. Existen cultivares comerciales como LCP 85-384 y LCP 87-3 y edades como soca 3, soca 4 y soca 5 o más que son más frecuentemente infestados por la maleza. En base a los resultados las tareas de prevención y control deben ser más eficientes en los departamentos Leales, Lules y Monteros en los cultivares y edades donde la frecuencia y el grado de infestación de la maleza fue mayor.
PALABRAS CLAVE: maleza, infestación, caña de azúcar

ABSTRACT

P. maximum is one of the main perennial weeds of sugar cane cultivation in Tucumán, argentina. The aim of this work was to study the distribution and degree of importance of weeds and the characteristics related to crop management. Weeds, recorded a frequency ranging from 33 to 51%. The main departments affected were Leales, Lules y Monteros. The most frequently infested commercial cultivars and ages were LCP 85-384 y LCP 87-3 and soca 3, soca 4 y soca 5. Based on the results, the tasks of prevention and control should be more efficient in Leales, Lules y monteros taking into account the highest frequency of weed occurrence in LCP 85-384 and LCP 87,3 and, in sugar Cane fields of three years and more.
KEY WORDS: weed, infestation, sugar cane

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es el cultivo más perjudicado por *P. maximum*, esto se debe a las semejanzas que tienen entre sí, haciendo que una infestación pueda pasar desapercibida (Holm, et al., 1979). En los cultivos de las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, esta especie es reconocida como una de las cinco malezas perennes más importantes, que afecta a la caña de azúcar. En base a los antecedentes encontrados y conociendo que la provincia de Tucumán posee características edafoclimáticas óptimas para su desarrollo, y que es citada como maleza importante del cultivo de caña de azúcar (Chaila y Sobrero, 2009). El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución y grado de importancia de *P. maximum* como maleza y las características relacionadas al manejo del cultivo de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 2013 se realizaron dos tipos de encuestas, una dirigida a Técnicos y otra dirigida a Productores. El diseño de las encuestas se confeccionó a través del programa Sphinx Plus2 V5.10.7. Las encuestas se realizaron en toda la provincia de Tucumán. La información generada se analizó mediante prueba de Chi cuadrado de independencia y análisis de frecuencia (Chaila, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 800 encuestas distribuidas, 500 fueron contestadas. De ese total 13 fueron invalidadas. En cuanto a la presencia e infestación de *P. maximum* el 46,5% reconoció no tener presencia de *P. maximum* en sus lotes cañeros, el 43,6% manifestó un nivel de infestación bajo y el 1,2% un alto nivel de infestación (Figura 1a). La discriminación de respuestas entre técnicos y productores, registraron igual tendencia, a excepción de lotes con infestación alta que no fue reconocida por ninguno de los técnicos encuestados (Figura 1b). En cuanto a la distribución de la maleza por departamento, Para Leales, Lules, Monteros y Tafi Viejo, el 64% o más de los encuestados respondió positivamente a la presencia de *P. maximum*. Altos niveles de infestación se registraron en los departamentos Cruz Alta, Leales y Monteros (Tabla I).

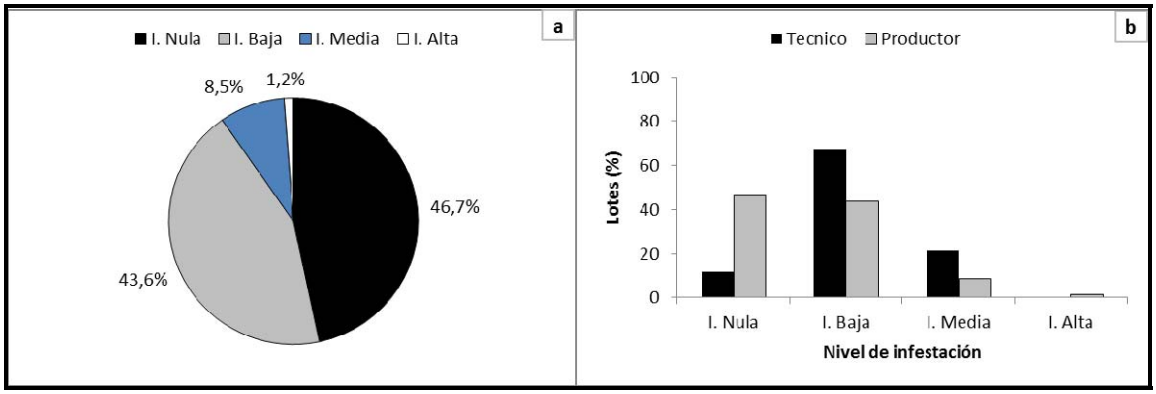


Fig. 1 Porcentajes generales (a) y discriminados entre técnicos y productores (b) de niveles de infestación del cultivo de caña de azúcar con *P. maximum* (Tucumán 2013).

Tabla I: Número de personas encuestadas y frecuencia en porcentaje de lotes con infestación nula, baja, media y alta (Tucumán, 2013).

Departamentos	N° encuestados	Nula (%)	Baja (%)	Media (%)	Alta (%)
Burruyacú	30	43,33	53,33	3,33	0
Chicligasta	36	41,67	58,33	0	0
Cruz Alta	73	54,79	34,25	9,59	1,37
Famaillá	15	53,33	40	6,67	0
Graneros	6	83,33	16,67	0	0
J. B. Alberdi	24	83,33	16,67	0	0
La Cocha	6	50	50	0	0
Leales	134	35,82	50,75	10,45	2,99
Lules	8	12,5	87,5	0	0
Monteros	53	20,75	67,92	9,43	1,89
Rio Chico	31	61,29	38,71	0	0
Simoca	67	74,63	23,88	1,49	0
Tafi Viejo	4	25	25	50	0

En relación al cultivo es conocido el crecimiento inicial lento del mismo dando espacio a la competencia con

malezas (Procópio et al., 2003). Sin embargo, gracias a los mejoramientos realizados, existen cultivares comerciales que destacan diferentes características con respecto a dinámica de crecimiento, morfología, exigencias en fertilidad de suelo, resistencia a enfermedades y susceptibilidad a herbicidas (Cerrizuela, 1996; Cuenya et al., 2009). A través de un análisis de Chi cuadrado de independencia, se analizó la relación entre los cultivares empleados y lotes con y sin infestación (P=0,003). *P. maximum* fue más frecuente en los cultivares comerciales LCP 85-384 y CP 87-3 (59 y 85%, respectivamente) y fue menos frecuente en el cultivar TUC 77-42 (54%) (Figura 2a). Estos resultados concuerdan con aspectos relacionados a las características morfológicas y fisiológicas de cada cultivar. LCP 85-384 se caracteriza por presentar en caña planta un crecimiento inicial lento, pero con una muy buena longevidad de cepa y CP 87-3 por poseer un hábito de crecimiento semi-erecto, y tendencia al vuelco temprano (Cuenya et al., 2009). TUC 77-42, es conocida por ser tolerante a fenómenos de competencia y alelopatía producida por otras especies entre ellas, malezas (Cerrizuela, 1996). La ocurrencia de cultivares comerciales más sensibles a determinadas especies de malezas fue comprobado en Tucumán para los años 70 (Arévalo et al., 1977). Los cultivares TUC 68-19 y TUC 56-79 se comportaron como tolerantes a C*ynodon dactylon*. Mientras que TUC 68-18 y TUC 67-27 fueron muy susceptibles (Cerrizuela et al., 1985). Con respecto a la edad del cañaveral, a través de un análisis de chi cuadrado de independencia, se verificó la relación entre lotes con y sin infestación y las edades de los cañaverales (P=0,00001). En lotes sin infestación las edades más frecuentes fueron caña planta, soca 1 y soca 2 con porcentajes entre 58 y 74%. Mientras que en lotes con infestación, las edades soca 3, soca 4 y soca 5 o más, fueron más frecuentes con porcentajes desde el 66% hasta el 97% (Figura 2b).

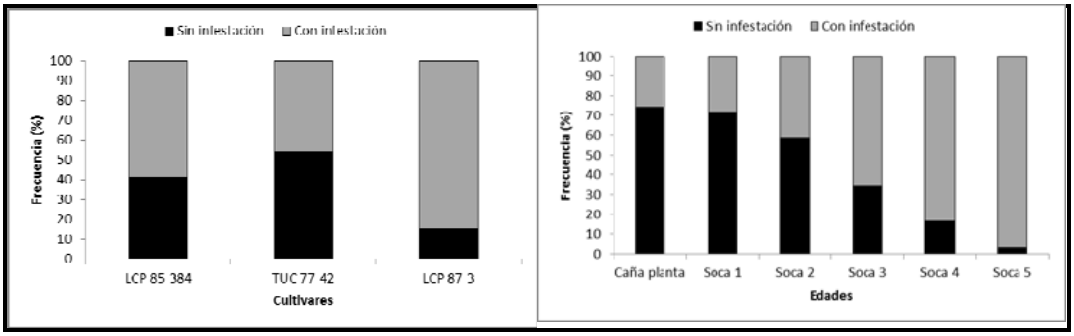


Fig. 2 Frecuencia de cultivares comerciales (a) y de edades de cañaverales (b) en las categorías con y sin infestación a partir de encuestas realizadas a productores y técnicos (Tucumán, 2013).

La quema es un evento involuntario que ocurre en lotes cañeros de Tucumán. Es conocido su impacto en la comunidad de malezas, provocando cambios para beneficiar a ciertas especies y perjudicar a otras dando lugar a una composición específica (De Wet y Harlan, 1975). A través del análisis de Chi cuadrado se observó una asociación entre quema e infestación (P=0,00001). En lotes sin infestación fue mayor la frecuencia de lotes quemados (56%), mientras que en lotes con infestación fue mayor la frecuencia de lotes sin quema (70%) (Figura 3). Antecedentes de los efectos de la quema sobre *P. maximum* afirman que gracias a la parte subterránea de la maleza, en áreas naturales después de una quema, la misma domina la vegetación debido a su fuerte actividad alelopática y su tolerancia al fuego (Propcópio, 2003). Por otro lado con respecto al efecto sobre la propagación sexual de esta maleza se comprobó que cantidades de residuos superiores a 15 $tn.ha^{-1}$ tienen efectos negativos en la germinación (Cabrera et al., 2015). Analizando resultados a nivel de composición florística en el cultivo de caña de azúcar en Brasil, Kuva et al. (2007) aseguran que varios años de sistemas de cosecha en verde producen una disminución de *P. maximum*. Sin embargo, Oliveira y Freitas (2008) en sistemas de cosecha en verde encontraron a *P. maximum* como una de las 10 malezas con mayor IVI. En Argentina, a través de sistemas satelitales, en los últimos 10 años (2004-2014) los valores de focos de incendios en cañaverales variaron entre 389 y 1380 focos (INTA, 2014). Estos antecedentes demuestran que la quema es un proceso de ocurrencia variable. Por esto es muy probable que en muchos de los lotes encuestados la quema o la cosecha en verde no haya sido un proceso de frecuencia repetida en el tiempo.

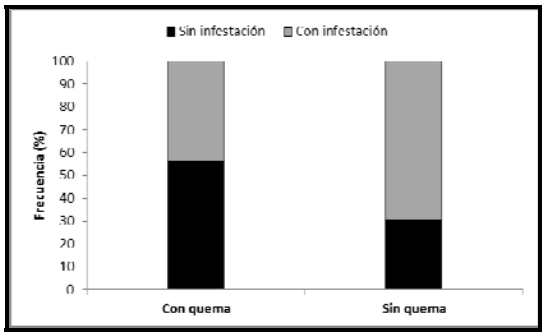


Fig. 3 Frecuencia positiva y negativa del evento quema en lotes con infestación y sin infestación a partir de encuestas realizadas a productores y técnicos (Tucumán, 2013).

CONCLUSIONES

A partir de estos estudios se concluye que *P. maximum*, estuvo presente en los sistemas cañeros de Tucumán con una frecuencia que varió del 33 al 51%, siendo los principales departamentos afectados Leales, Lules y Monteros. Existen cultivares comerciales como LCP 85-384 y LCP 87-3 y edades como soca 3, soca 4 y soca 5 o más que son más factibles de ser infestados por la maleza y por lo tanto necesitan mayor atención en la prevención y control. Los antecedentes, a nivel comunidad, del efecto de la quema no fueron satisfactorios por no considerarse la estabilidad en el tiempo de la quema o presencia de residuos en superficie

REFERENCIAS

1-Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V.; Herberger, J.P. The world´s worst weeds. Distribution and biology. Hawaii, USA: University Press of Hawaii, 1977. p. 348-351, 391 pp.
2- Chaila, S.; Sobrero, M.T. Principales malezas en el cultivo de caña de azúcar. 1ed. Santiago del Estero, AR: Talleres Gráficos Viamonte, 2009. p. 9-10.
3- Chaila, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. Asam, 1986, 14: 5-79.
4- Procópio, S.D.O. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de acúcar. Minas Gerais, BR: Universidad Federal de Viscosa, 2003. 150pp.
5- Cerrizuela, E.A. El futuro del control de malezas. Un análisis crítico. Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar. San Miguel de Tucumán, AR, 1996, p. 36-41.
6- Cuenya, M.; Chavanne, E.R.; Ahmed, M.A.; Diaz Romero, C.; García, M.B.; Espinosa, M.A.; Ostengo, S.; Costilla, D. I; Sabaté, S.; Vicinguerra, H.; Romero, E.R. Criterios generales para el manejo de malezas en caña de azúcar en Tucumán. En Romero, E.R.; Digonzelli, P.; Scandaliaris, J. eds. Manual del cañero. Tucumán, AR: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, 2009, 248 pp.
7- Arévalo, R.A.; Cerrizuela, E.A.; Olea, I.. Período crítico de competencia de comunidades naturales de malezas en caña de azúcar. R. Agron. Nor. Argentino, 1977, 14: 83-99.
8- De Wet, J.M.J.; Harlan, J.R. Weeds and domesticates: evolution in the man-made habitat. Econ Bot, 1975 29: 99-107.
9- Cabrera D.C.; Sobrero, M.T.; Chaila, S.; Pece, M. Germinación y emergencia de Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs var. Maximus. Planta Daninha, 2015, 33: 663-670.
10- Kuva, M.A.; Pitelli, R.A.; Salgado, T.P.; Alves, P.L.C.A. Fitossocilogia de comunidades de plantas daninhas em agroesossistema cana crua. Planta Daninha, 2007, 25: 501-511.
11- Oliveira, A.R.; Freitas, S.P.. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. Planta Daninha, 2008, 26:33-46.
12- INTA: http://inta.gob.ar/documentos/seguimiento-de-fuegos-en-tucuman Último acceso: agosto 2014.
13- Instituto de Botánica Darwinion: http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Especies.asp. Último acceso: Febrero 2016

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS EN EL CONTROL DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN TRES TIPOS DE SUELOS DE MAJIBACOA, LAS TUNAS

EVALUATION OF MIXTURES OF HERBICIDES IN THE WEED CONTROL IN SUGAR CANE FIELD IN THREE TYPES OF SOILS IN MAJIBACOA, LAS TUNAS PROVINCE

Cedeño Basulto Liliana[1]
[1] Estudiante: Universidad de Las Tunas. lilianacbagro@estudiantes.ult.edu.cu
Viera Barceló Frank,
[2] Profesor: Universidad de Las Tunas. fviera@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas, para la evaluación de la efectividad de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C87-51, en caña planta de primavera, en aplicaciones preemergentes, en tres tipos de suelos. Se establecieron parcelas de 80 m^2 en bloques al azar con cuatro réplicas. La efectividad se evaluó con el porcentaje de cobertura por arvenses, la fitotoxicidad provocada a la caña, y el coste asociado a cada tratamiento. El herbicida más eficiente fue el Isoxaflutole con dosis de 0,15; 0,20 y 0,25 $kg.ha^{-1}$ de producto comercial (pc) en los suelos Fersialítico, Pardo y Vertisol respectivamente.
Palabras claves: caña de azúcar, herbicidas, preemergente, arvenses, suelos.

ABSTRACT

The research was carried out in areas of production from Majibacoa Enterprise, Las Tunas province, to evaluate the effectiveness of mixtures of herbicides in weed control in sugar cane plantations, variety C87-51 in plant cane spring, in pre-emergent applications in three types of soils. Plots of 80 m^2 were distributed at random blocks with four replications. The effectiveness was evaluated by means of the covering percentage by weeds and the provoked toxicity to the cane plants, keeping in mind the cost associated to each treatment. In preemergence applications in spring cane plant, the most efficient herbicide was the Isoxaflutole with dose of 0.15; 0.20 and 0.25 $kg.ha^{-1}$ of commercial product (pc) in the soils Fersialítico, Brown and Vertisol respectively.
Key words: sugarcane, herbicides, preemergent, weed, soils

INTRODUCCÓN

Dentro de los agroecosistemas, las arvenses son una forma especial de vegetación altamente exitosa, que crece en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas; su éxito puede medirse por la rapidez de la colonización, la dificultad de su eliminación y el efecto negativo sobre la productividad de las especies cultivadas (1). Sus daños pueden ser desde imperceptibles a muy severos y dependiendo de su biología, distribución, dispersión y persistencia, pueden convertirse en una verdadera peste, causando pérdidas de hasta un 30% de la productividad (2).

Las malas hierbas son la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas, que conjuntamente con la despoblación, obligan al arranque de un campo de caña en un período muy corto, con una vida útil de bajos rendimientos y altos costos de producción (3). En Cuba se han reportado pérdidas por la competencia permanente de las malezas en casos extremos que fluctúan desde un 28% hasta un valor máximo de 97,5%. Según otros autores, el control de las mismas puede representar del 5-6% del costo de producción (4).

En este trabajo se realizó una evaluación de la efectividad de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C87-51, en caña planta de primavera, en aplicaciones preemergentes, en tres tipos de suelos, en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en áreas de producción de la Empresa Azucarera "Majibacoa", ubicada en la zona central de la provincia LasTunas, para evaluar la efectividad de seis mezclas de herbicidas en el manejo de arvenses en cepas de caña planta de primavera, donde no existe la cobertura de paja y con la ocurrencia de lluvias se favorece la presencia de las arvenses. Se desarrollaron tres experimentos en suelos con diferentes características, que abundan en esta Empresa y en varias zonas del país.

Montaje de los experimentos.

Diseño experimental: Bloques al azar, tamaño de las parcelas 80,00 m^2; solución final 250 L ha^{-1}; tipos de suelos Fersialítico pardo rojizo; Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco; contenido de humedad del suelo 10-15% (se determinó por gravimetría); tipo de aplicación preemergente; medio de aplicación asperjadora manual (MATABI) con boquilla flood jet DT 5; tipo de cepa primavera tardía (mayo); cultivar C87-51; momento de aplicación 1 día después de la plantación; cosecha manual a los 20 meses.

Tratamientos evaluados:

1) Testigo absoluto
2) Diurón (6 $kg.ha^{-1}$ pc)
3) Diurón+ Ametrina (4+2 $kg.ha^{-1}$ pc)
4) Metribuzin (3 $kg.ha^{-1}$ pc)
5) Metribuzin + Diurón (1+2 $kg.ha^{-1}$ pc)
6) Isoxaflutole (0,100 kg.ha-1 pc)
7) Isoxaflutole (0,150 kg.ha-1 pc)
8) Isoxaflutole (0,200 kg.ha-1 pc)
9) Isoxaflutole (0, 250 kg.ha-1 pc)

Evaluaciones realizadas:

La determinación del porcentaje de cobertura de las arvenses se realizó a los 70 y 85 días después de la aplicación de los herbicidas (dda). El 5% de cobertura fue el máximo valor que se fijó para considerar los campos limpios de arvenses; a partir de este valor en esta Empresa se aplican métodos de control, aquí se tuvo en cuenta la escala de Maltsev (1962), muy utilizada en Cuba (5). Para determinar el porcentaje de cobertura se utilizó el método visual, con la ayuda de un marco de madera de 0,50*0,50 m (0,25 m^2), según la metodología propuesta por este mismo autor.

La determinación de la fitotoxicidad se realizó a los 35 días de la aplicación de los herbicidas. Se aplicó la escala de EWRS (European Weed Research Society) (6).

El rendimiento agrícola se determinó pesando la caña de los dos surcos centrales de cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzadora Yumz-6KM.

Para realizar la valoración económica se determinó el costo de cada tratamiento (CT), según el precio de los diferentes herbicidas y sus dosis y los días que se mantuvieron limpios los campos de caña (DL) en los diferentes tipos de suelo, con estos datos se calculó el costo por día limpio (CPDL).

CPDL=CT/DL

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 0,05 de significación. A los datos porcentuales se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (modificada) para valorar si debían ser transformados. Se utilizó el paquete estadístico "Infostat" de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tres tipos de suelos a los 70 días de las aplicaciones (dda), el área se mantuvo libre de arvenses con los tratamientos 6, 7, 8 y 9 a base del herbicida Merlin (Isoxaflutole) (Tabla I).

A los 85 dda existió enyerbamiento en todos los tratamientos. Los menores porcentajes de cobertura por arvenses (pca) se alcanzaron en el suelo Fersialítico con las dosis de 0,15; 0,20 y 0,25 $kg.ha^{-1}$ de Isoxaflutole, en el suelo Pardo con 0,20 y 0,25 $kg.ha^{-1}$ y en el Vertisol con la mayor dosis 0,25 $kg.ha^{-1}$. En los dos

primeros suelos al no existir diferencias significativas entre los porcentajes de coberturas de arvenses con esas dosis, se deben seleccionar las menores ya que resultan más económicas y tienen menos posibilidades de incrementar la fitotoxicidad.

No siempre es necesario aplicar las dosis máximas recomendadas para los herbicidas, que la cantidad depende del espectro de arvenses, su densidad, etapa fisiológica en la que se encuentren y de las condiciones ambientales en el área (7). Las dosis bajas recomendadas de numerosos herbicidas son bastantes efectivas para proporcionar un satisfactorio control de malezas, sin sacrificar los rendimientos del cultivo e incrementar la infestación por estas plantas indeseables en los próximos años (8).

La fitotoxicidad provocada a las plantas de caña en los tres tipos de suelo, alcanzó los mayores valores en el tratamiento con Diurón a 6 kg.ha^{-1} y en los tratamientos con Isoxaflutole a 0,20 y 0,25 kg.ha^{-1}.

Tabla I. Porcentaje de cobertura por arvenses y fitotoxicidad provocada.

Tratamientos (kg.ha^{-1} pc)	Fersialítico			Pardo mullido			Vertisol		
	% CB 70 días	% CB 85 días	FT	% CB 70 días	% CB 85 días	FT	% CB 70 días	% CB 85 días	FT
1 Testigo	45,20	59,69 e		55,25	71,10 f		60,15	77,13 f	
2 D (6)	5,08	16,88 cd	2,5	8,25	20,40 d	2,5	9,98	23,38 d	2,5
3 D+A (4+2)	9,83	19,68 d	1,5	14,94	26,0 e	2	17,30	27,38 e	2
4 M (3)	5,01	15,8 bcd	1	8,33	20,38 d	1	10,25	24,00 de	1
5 M+D (1+4)	4,12	11,88 bc	1,5	7,13	15,31 c	1,5	8,28	20,88 cd	1,5
6 I (0,10)	0	11,38 b	1	0	11,6 bc	1	0	18,50 bc	1
7 I (0,15)	0	5,75 a	1	0	10,75 b	1	0	15,88 b	1
8 I (0,20)	0	5,38 a	2	0	6,00 a	2	0	15,56 b	2
9 I (0,25)	0	5,25 a	2,5	0	5,75 a	2,3	0	9,12 a	2
ES		1,09			0,89			0,74	

Letras distintas en cada columna indican que hay diferencias significativas ($p< 0,05$)
D: Diurón; M: Metribuzin; I: Isoxaflutole; A: Ametrina; % CB: Porcentaje de cobertura; FT: Fitotoxicidad

En los tres tipos de suelos a los 85 dda aparecieron alrededor de 22 especies de arvenses. Es importante señalar que en el suelo Fersialítico, que es el menos arcilloso de los tres y posee un mejor drenaje, no se encontraron las especies *Brachiaria mutica* (Forsk.) y *Commelina difusa* (Burm.), mientras que en el Vertisuelo no apareció *Bidens pilosa* (L.).

Las especies de arvenses que predominaron donde no se aplicó herbicidas fueron: *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), *Dichanthium annulatum* (Forks.), *Sorghum halepense* (L.), *Cynodon dactylon* (L.) y *Cyperus rotundus* (L.). Luego de las aplicaciones, *Dichanthium annulatum* (Forks.), *Sorghum halepense* (L.) y *Cynodon dactylon* (L.) fueron las de mayor intensidad de aparición con valores entre 12- 15%, seguidas de *Cyperus rotundus* (L.) con valores de 8-10%.

Valoración económica**.**

Con las aplicaciones de herbicidas el suelo Fersialítico se mantuvo mayor cantidad de días libre de arvenses respecto al Vertisol y en la mayoría de los tratamientos también superó a lo alcanzado en el suelo Pardo (Tabla II). Las aplicaciones con Diurón, Metribuzin y la mezcla de ambos (tratamientos 2, 4 y 5) tuvieron los mismos resultados.

La mayor cantidad de días limpios se obtuvo con los tratamientos a base de Isoxaflutole con valores entre los 70 a 80 días. De modo general con las diferentes dosis de este herbicida se alcanzaron valores muy similares en los tres tipos de suelos; en el Fersialítico y Pardo 5 días de diferencia y en el Vertisol 8 días entre las dosis de 0,10 y 0,25 kg.ha^{-1}.Los tratamientos menos costosos fueron los que se realizaron con Isoxaflutole, entre 14,93 y 22,39 CUP.ha^{-1}. Esto se debió a que es un producto costoso pero se aplica en dosis muy bajas

respecto a los otros herbicidas. Los menores valores de costo por día limpio se lograron con las aplicaciones de Isoxaflutole, ya que fueron las menos costosas y mantuvieron las áreas libre de arvenses mayor cantidad de días, con valores entre 0,20-0,49 CUP.ha^{-1}, mientras que los restantes tratamientos tuvieron costos de 0,75- 0,96 CUP.ha^{-1}.

Se obtuvieron pérdidas entre 0.75 t.ha^{-1} y 1 t.ha^{-1}de azúcar por cada 15 días de competencia libre o sin control entre la caña y las arvenses, durante los primeros cuatro meses del ciclo de desarrollo de este cultivo y entre 60 y 70% del rendimiento agrícola por la competencia permanente en caña planta (9).

Tabla II. Valoración económica.

Tratamientos (kg. ha^{-1} pc)	Días limpios			Costo CUP. ha^{-1}	Costo (CUP) por día limpio		
	Fpr	Pm	Verti		Fpr	Pm	Verti
1 Testigo							
2 D (6)	60	55	55	44,70	0,75	0,81	0,81
3 D+A (4+2)	50	45	45	43,30	0,87	0,96	0,96
4 M (3)	60	55	55	51,96	0,87	0,94	0,94
5M+D (1+4)	60	55	55	47,12	0,79	0,86	0,86
6 I (0,10)	75	75	70	14,93	0,20	0,20	0,21
7 I (0,15)	80	75	75	22,39	0,28	0,30	0,30

CONCLUSIONES

La mayor efectividad en el control de arvenses se obtuvo con el herbicida Isoxaflutole. Con dosis de 150 kg.ha^{-1}para el suelo Fersialítico, 200 kg.ha^{-1}para el Pardo y 250 kg.ha^{-1}para Vertisol.

REFERENCIAS

1- Rodríguez, J. Las malezas y el Agroecosistema. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental de Uruguay. [en línea]. 2007. [Consultado: 15-12-2007]. Disponible en: <http:www.pv.fagro.edu.uy/Malezas>.

2- Daehler, C. y Virtue, J. Variable perception of weeds and the implication for WRA. En: International Weed Risk Assessment Workshop (IWRAW). [en línea]. 2007. [Consultado: 10-12-2007]. Disponible en: <http:www. hear.org/iwraw>.

3- Álvarez, A. Las malas hierbas nos reducen la Zafra 2002 en 1,4 millones de toneladas de azúcar como mínimo: 54 millones de dólares menos de ingresos netos. Memorias II Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Ciencia de Malezas. INICA-INISAV, Jardín Botánico Nacional, La Habana, Noviembre 23-25 del 2001, pp.56-58.

4- Conlong, D. E. y Campbell, P. L. Integrated weed management for sugarcane field verges: *Melinis minutiflora* and *Cynodon dactylon* encroachment. Proc S Afr Sug Technol Ass. 2010, vol. 83, p. 276 – 279.

5- Labrada, R. Métodos para el Estudio de las Malezas y los Herbicidas. Primera edición. La Habana: Ediciones ENPES. 1991. 149 pp.

6- CIBA-Geigy. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza: Editorial CIBA-Geigy. 1981. 205 pp.

7- Talgre, L.; Lauringson, E. y Koppel, M. Effect of reduced herbicide dosages on weed infestation in spring barley. Zemdirbyste-Agriculture 95. 2008, pp.194-201.

8- Barros, J.F.C.; Basch, G. y Carvalho, M. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broadleaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. Crop Protection 26. 2007. pp.1538-1545.

9- Morales, M.; Muñiz, H.; Rodríguez, C.N. y Díaz, J. C. Efecto de las malas hierbas en el desarrollo de la caña de azúcar sobre suelos Oscuros Plásticos. Boletin INICA, 2:11. 1986. p 23.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados DIVERSIFICACIÓN 2017

CONTROL DE MALEZAS ANUALES EN CAÑA DE AZUCAR CON HERBICIDA ZINO PH 70

ANNUAL WEED CONTROL IN SUGAR CANE WITH HERBICIDE ZINO PH 70

Concepción, E*, Francisco, V, Fernández, C, Zuaznabar, R, Cruz, O, Nápoles, R, Aragón, H.

*Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
*evelio.concepcion@inicass.azcuba.cu

RESUMEN

Se realizó una extensión para determinar la efectividad del herbicida Zino PH 70 (metribuzin), aplicado en preemergencia del cultivo y de las malezas en suelo Sialitizado Cálcico, plantado de caña de azúcar, cultivar C1051-73, en un área de 2.0 ha, en la provincia de Sancti Spíritus. La aplicación se realizó con asperjadora UNEGREEN y boquillas de abanico plano, color azul de 110 grados y presión de trabajo de 3,00 kg cm^2 y solución final de 250,0 L ha^{-1}, con buena humedad en el suelo. Los resultados indicaron que Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} de PC realizó un efectivo control de malezas como: *Echinochloa colona, Dichanthium annulatum* y *Rhynchosia mínima,* el cual se extendió hasta los 60 dda, aunque este resultó en modo ligero, inferior al realizado por (*Indaziflam* + *isoxaflutol* SC 60) a 0.200 L ha^{-1} de PC, utilizado como estándar. No se observaron síntomas fitotóxicos en la caña de azúcar, cultivar C1051-73 ante tratamiento alguno.
Palabras clave: Herbicidas, caña azúcar, malezas.

ASTRACT

An extension was carried out to determine the effectiveness of the herbicide Zino PH 70 (metribuzin), applied in preemergence of the crop and of the weeds in Sialitized Calcium, planted with sugar cane, cultivar C1051-73, in an area of 2.0 ha, in the province of Sancti Spiritus. The application was made with UNEGREEN spraying and flat fan nozzles, blue color 110 degrees and working pressure of 3.00 kg cm^2 and final solution of 250.0 L ha^{-1}, with good soil moisture. The results indicated that Zino PH 70 at 1.5 kg ha^{-1} of PC performed an effective control of weeds such as Echinochloa colona, Dichanthium annulatum and minimal Rhynchosia, which extended until 60 dda, although this resulted in light mode, Lower than that achieved by (Indaziflam + isoxaflutol SC 60) at 0.200 L ha^{-1} of PC, used as standard. No phytotoxic symptoms were observed in sugarcane, cultivar C1051-73 before any treatment.
Key words: Herbicides, sugar cane, weeds

INTRODUCCIÓN

La aplicación de herbicidas en el control de adverses, en caña de azúcar es una de las prácticas agrotécnicas más usadas en la agricultura en el mundo. El herbicida Zino PH 70 (metribuzin) pertenece al grupo de las triazinonas; actúa por contacto y vía sistémica, en lo principal a través de las raíces, aunque también es absorbido por el follaje, por lo que se recomienda aplicar en post-emergencia temprana, de cuatro a seis hojas las malezas, y antes de la brotación del cultivo de la papa y tomate (1), además controla malezas anuales así como varias especies perennes que se reproducen por semillas.

Resultados obtenidos en caña de azúcar permiten inferir que este producto no requiere de la adición de otros, como atrazina PH 80 y diurón SC 80, para lograr buen efecto en pre y post-emergente en una amplia gama de malezas que incluyen algunas de las principales especies que compiten con el cultivo de la caña; no es fitotóxico en preemergencia y muy poco en post-emergencia, en dependencia de la variedad (2).

En el manejo de malezas, la mezcla o combinación con otros herbicidas permite obtener cosechas con bajos niveles de malezas, reducción de residuos en suelo y buenos rendimientos cuando se aplican dosis bajas de metribuzin 0.5- 0.75 kg ha^{-1} ia, en mezclas con prometrina 1.5 kg ha^{-1} ia, pendimentalin 0.6 kg ha^{-1} ia en

papa; y napropamida 1.5 kg ha^{-1} ia, pendimentalin 0.6 kg ha^{-1} ia en tomate o la combinación con la incorporación de trifluralin 0.96 kg ha^{-1} ia (3)
El objetivo del trabajo es evaluar la eficacia del herbicida Zino 70 PH, aplicado en preemergencia del cultivo de caña azúcar y de las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el bloque experimental de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Sancti Spíritus, en un área de 2.0 ha, en suelo Sialitizado Cálcico, plantado de caña de azúcar, cultivar C1051-73, primavera 2016.
La aplicación de los herbicidas se realizó el 18 de junio de 2016 de forma total y en preemergencia de las malezas y el cultivo, con asperjadora UNEGREEN de 800 litros de capacidad, ajustada con boquillas de abanico plano de 110 grados, de color azul y presión de trabajo de 3.0 kg cm^2 y solución final calibrada de 250,0 L ha^{-1}. En el momento de la aplicación de los herbicidas la humedad de suelo fue moderada, por lluvias y durante el periodo de evaluación (60 días) esta se mantuvo de moderada a alta (Tabla I)

Tabla I. Precipitaciones registradas durante el periodo de evaluación.

Mes	***Precipitaciones (mm)***
Junio	142,5
Julio	125,7
Agosto	80,3
Total	348,5

En el momento de la aplicación no existían malezas presentes.
Las variables evaluadas fueron:

1. Porcentaje de cobertura de arvenses: Las evaluaciones se realizaron a los 20, 40 y 60 días, después de la aplicación (dda), donde se utilizó la escala de Malset, recomendada por Pérez y colaboradores (4), cuyos valores se relacionan en la tabla II.

Tabla II. Escala de Malset.

Grado	***Especificaciones***
1	Enmalezamiento ligeros de 1% a 5% de cobertura
2	Enmalezamiento medio de 6% a 25% de cobertura
3	Enmalezamiento pesado de 26% a 50% de cobertura
4	Enmalezamiento muy pesado mayor de 50% de cobertura

2. Fitotoxicidad al cultivo: Las evaluaciones se realizaron a los 20, 40 y 60 días después de la aplicación (dda), por la escala *European Weed Research Society* (EWRS) de nueve grados, Johannes y Schuh, 1971 (5), muy usada por *Ciba Geigy en ensayos de campo* (6).
Se evaluó el tratamiento de Zino PH 70 a 1,50 kg ha^{-1} de pc. y como tratamiento estándar se utilizó el producto formulado (*Indaziflam + isoxaflutole*) SC 60 a 0,20 L ha^{-1} de pc., así como un testigo absoluto o sin aplicación para poder determinar las especies de malezas presentes en el área objeto de estudio y el control de ellas realizado por ambos herbicidas (tabla III).

Tabla III. Tratamientos evaluados.

No.	***Tratamiento***	***Dosis (kg o L. ha^{-1}) de pc***
1	Testigo absoluto o sin aplicación	-
2	Zino PH 70	1,5
3	(*Indaziflam + isoxaflutole*) SC 60	0,20

pc: producto comercial

Tabla IV. Principales malezas objeto de estudio.

Nombre científico	***Nombre común***
Rhynchosia minima	bejuco culebra
Dichanthium annulatum	pitilla o jiribilla
Cyperus rotundus	cebolleta
Echinochloa colona	metebravo o grama pintada

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación realizada a los 20 días después de la aplicación (dda) en las parcelas asperjadas con Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} existía un control total de *Rhynchosia mínima* (bejuco culebra), *Dichanthium annulatum* (pitilla o jiribilla), *Cyperus rotundus* (cebolleta) y *Echinochloa colona* (metebravo o grama pintada), similar control que el realizado por (*Indaziflam + isoxaflutol*) SC 60 a 0,20 L ha^{-1}. Por otra parte, en el testigo absoluto o sin aplicar existía un porcentaje de cobertura de malezas de 10 % (Tabla V)

Tabla V. Control de malezas (%) y fitotoxicidad en la caña de azúcar, cultivar C1051-73 a los 20 dda.

Tratamiento	***Total***	***Rynmi***	***Dican***	***Cypro***	***Echco***	***Grado fito caña****
Testigo absoluto	10,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1
Zino PH 70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
(Indaziflam + isoxaflutol) SC 60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1

Dican: *Dichanthium annulatum*, Cypro: *Cyperus rotundus*, Echco *Echinochloa colona* y Rynmi: *Rhynchosia minima.*

Aunque en sentido general, a los 40 dda continuaba el buen control de malezas por los dos tratamientos herbicidas, se observó la presencia de pequeñas plántulas de *Cyperus rotundus, Rhynchosia mínima, Dichanthium annulatum y Echinochloa colona,* que eran más numerosas en las parcelas donde se aplicó el tratamiento de Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} (8.0%) en comparación con el estándar (*Indaziflam + isoxaflutol* SC 60) a 0.20 L ha^{-1} de PC (5.0%), (Tabla VI)

Tabla VI. Control de malezas (%) y fitotoxicidad en la caña de azúcar, cultivar C1051-73 a los 40 dda.

Tratamiento	***Total***	***Rynmi***	***Dican***	***Cypro***	***Echco***	***Grado fito caña****
Testigo absoluto	17,0	5,0	4,0	6,0	2,0	1
Zino PH 70	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	1
(Indaziflam + isoxaflutol) SC 60	5,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1

Dican: *Dichanthium annulatum*, Cypro: *Cyperus rotundus*, Echco *Echinochloa colona* y Rynmi: *Rhynchosia minima.*

A los 60 dda el porcentaje de cobertura de malezas continuó en aumento, con 12% de cobertura total ante Zino PH 70 (enmalezamiento medio de acuerdo con la escala utilizada), y 8%, ante el tratamiento estándar (*Indaziflam + isoxaflutol* SC 60) a 0,20 L ha^{-1}, aunque para dicha fecha se observó incremento del porcentaje de cobertura de malezas, éste resultó inferior (mejor control) al mostrado por Zino PH 70 (Tabla VII). En las parcelas del testigo absoluto o sin aplicación existía mayor porcentaje de cobertura de malezas (22%).

Tabla VII. Control de malezas (%) y fitotoxicidad en la caña, cultivar C1051-73 a 60 dda.

Tratamiento	***Total***	***Rynmi***	***Dican***	***Cypro***	***Echco***	***Grado fito caña****
Testigo absoluto	22,0	7,0	5,0	8,0	2,0	1
Zino PH 70	12,0	3,0	2,0	6,0	1,0	1
(Indaziflam + isoxaflutol) SC 60	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	1

Dican: *Dichanthium annulatum,* Cypro: *Cyperus rotundus,* Echco *Echinochloa colona* y Rynmi: *Rhynchosia minima.*

La especie *Cyperus rotundus* no mostró control ante tratamiento alguno, mientras que *para el Dichanthium annulatum* y *Rhynchosia mínima, el control fue mejor con* el tratamiento estándar que con Zino PH 70 (Tabla VII). Por último *Echinochloa colona* (metebravo) resultó bien controlada por ambos tratamientos herbicidas.

La aplicación preemergente de Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} en condiciones de suelo húmedo no provocó síntomas fitotóxicos en la caña de azúcar, cultivar C1051-73 (Tablas V; VI y VII).

CONCLUSIONES

- La aplicación preemergente de Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} de pc en condiciones de suelo húmedo mostró buen control de malezas hasta los 60 dda, aunque este resultó en modo ligero, inferior al realizado por el tratamiento estándar ((*Indaziflam + isoxaflutol* SC 60) a 0,200 L ha^{-1})
- Zino PH 70 a 1,5 kg ha^{-1} aplicado en preemergencia en condiciones de suelo húmedo no provocó síntomas fitotóxicos en la caña de azúcar, cultivar C1051-73.

RECOMENDACIÓN

1. Se sugiere la valoración del tratamiento de Zino 70 PH 1.5 kg ha^{-1} PC en plantaciones de caña de azúcar, por su efectivo control de malezas y selectividad al cultivo.

REFERENCIAS

1. Paredes R. E. Rodríguez Y. Oviedo R. Multimedia de malezas en cultivos agrícolas, (Formato digital) 2014, 254 pág.
2. Díaz J.C. Manejo integrado de malezas en caña de azúcar. Revista Cuba y Caña. 1996, Sept-Dic, No. 3, pp 26-30. INICA, La Habana.
3. Paredes, E., Pérez, E., García, R. y la O, F. Programa de manejo sostenible de arvenses con uso racional de herbicidas en el cultivo de la papa. I Congreso Nacional de Ciencias de Malezas, (1999). pp 28-29.
4. Pérez, E.; Paredes, E.; Almaguel, L.; Vázquez, L. L.; Veitía, M. M.; Motta, E.; González, M.; Pérez, Y.; Hernández, R.; García, R. y M. Matamoros, 2008. "Metodología de pruebas biológicas para la determinación de organismos nocivos y residuos Fitotóxicos en suelos, sustrato, y materia orgánica. Proyecto No. MP/CUB/04/133, INISAV.
5. Johannes, H. y Schuh, J. Das bonitierungsschema 1-9. European Weed Research Council. (EWRS), (1971) Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.
6. Ciba Geigy. Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 1981. 205 p.

EFECTO DE LA ARADURA Y LA GRADA EN INDICADORES DEL PASTO Y LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN UN PASTIZAL DE *Cynodon nlemfuensis*

EFFECT OF PLOWING AND HARROWING ON PASTURE INDICATORS AND SOME PHYSICAL-CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN A *Cynodon nlemfuensis* GRASSLAND

G. Crespo[1], C. Padilla[1], Lázara Otero[2], B. Calero[2] y Amalia Morales[2]
1. Instituto de Ciencia Animal 2. Instituto de Suelos
e-mail: gcrespo@ica.co.cu

Resumen

Se estudió el efecto de la labor de aradura más grada en la recuperación de un pastizal *de C. nlemfuensis* y en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Ferralítico rojo hidratado de la Granja ganadera de Picadura, en Mayabeque. Los tratamientos fueron; A) labor de aradura más grada y B) sin labor. Los datos se analizaron según un diseño de clasificación simple. En el muestreo efectuado 70 días después, las labores duplicaron el área cubierta por el pasto y aumentaron significativamente el rendimiento (4.1 vs. 0.9 t ha^{-1} MS). No se encontraron cambios apreciables en el contenido y la proporción de las bases, el pH y la MO del suelo en el muestreo efectuado 7 meses después de la labor. Las labores mejoraron los valores del índice de estabilidad, estabilidad estructural y agregación de las partículas mayores de 0.25 mm. Se encontró una "ligera" resistencia a la penetración de los equipos (223.29 ± 30.99 Kpa) y adecuada resistencia a la penetración de las raíces (1.24 ± 0.53 Mpa) en la capa de 0 - 10 m del suelo por efecto de las labores. Ocurrieron aumentos notables de la respiración basal y la actividad celulítica por el efecto de la rehabilitación. Se concluye que la labor de aradura más grada mejoró el rendimiento y la composición botánica del pastizal y produjo beneficios en las propiedades físicas del suelo.
Palabras clave: pastizal, rehabilitación, indicadores, suelo.

Abstract

It was studied the effect of plowing + harrowing labors in the rehabilitation of *C. nlemfuensis* sward and the physical-chemical and biological properties of the soil. The treatments were: A) plowing plus harrowing and B) without labors. The data were analyzed according with a simple classification design. In the sampling made 70 days after, both treatments duplicate the area covered by the pasture and increased significantly the dry matter yield of the sward (4.1 vs. 0.9 t ha^{-1} DM). However, in less extent, this effect occurred up to 270 days after the beginning the experiment. No significant change occurred in the content of bases, pH and organic matter of the soil. The labors improved the stability index, the structural stability and the aggregation of particles higher than 0.25 mm. It was showed a light resistance to machine penetration (223.29 ± 30.99 Kpa) and adequate resistance to roots penetration (1.24±0.53 Mpa) in the layer 0-10 m of the soil. The rehabilitation of the sward increased the basal respiration and the cellulite activity in the soil. We conclude that plowing + harrowing labors in the rehabilitation of *C. nlemfuensis* sward improved the yield and the botanical composition of the sward and produced beneficial effects in physical properties of the soil.
Key word: grassland, rehabilitation, indicators, soil

Introducción

La rehabilitación de pastizales constituye una actividad importante entre las técnicas que existen para recuperar pastizales degradados. Las técnicas de rehabilitación actúan, no sólo sobre el pastizal para mejorar la composición botánica y aumentar la producción de biomasa (Díaz-Fhilo 2003), sino que también deben influir en las propiedades del suelo.

Si bien se conocen métodos eficaces de rehabilitación para recuperar la composición botánica y el rendimiento de pastizales en nuestro país (Padilla et al, 2000), aún no se conocen suficientes resultados acerca del efecto de dichas labores en el suelo.
Como plantearon Flores et al, (1996) la fertilidad del suelo debe entenderse como la relación armónica entre el medio físico (clima, hidrología, suelo, vegetación, hombre, topografía etc) y el estado físico del suelo (interacción de los componentes minerales, orgánicos, biológicos, líquidos y gaseosos), respecto a un ecosistema de vegetación determinado.
El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del método de rehabilitación con aradura más grada en la composición botánica y el rendimiento de un pastizal de *C. nlemfuensis* y en las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo.

Materiales y Métodos

El experimento se condujo en un pastizal degradado de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis)* en la vaquería 117 de la Granja Picadura (La Habana).
Suelo: Ferralítico Rojo hidratado (Hernández et al, 1999) que presentaba compactación media, baja tasa de infiltración de agua, tendencia a la dispersión de las partículas y ligera acidificación (Crespo 2005).
En la figura 1 se muestra la distribución de las lluvias que ocurrieron durante el período experimental. Inicialmente el pastizal estaba compuesto por 41 % de pasto estrella, 10% de guinea (*Panicum maximum*, cv. likoni), 20% de clitoria (*Clitoria virginianum*), 15% de romero de costa (*Crotón litorales*), y otras, como: salta perico (*Potulaca pilosa)* y malva amarilla (*Malachra fascista))*, que son poco consumibles por el ganado.

Procedimiento experimental

Al inicio de la estación lluviosa del 2003 se realizó, a la mitad del área del pastizal, una labor de rehabilitación, consistente en un pase de arado de 3 discos con inversión del prisma de suelo, seguido por un pase de grada de 500 kg de peso (Tratamiento A). A la otra mitad del área no se le realizó labor alguna (Tratamiento B). Posteriormente, a los 70 y 270 días, se determinó la composición botánica y el rendimiento de biomasa del pasto en ambas áreas. Los resultados se analizaron según un diseño de clasificación simple con 20 repeticiones.
Para la determinación de la composición botánica se distribuyeron, al azar, en cada área, 70 marcos de 0.25 m^2, determinándose visualmente las especies de pastos que ocupaban el 1ro, 2do y 3er lugar en cada marco, de acuerdo al método propuesto por t' Mannetje y Haydok (1963). Por su parte, para determinar la disponibilidad de biomasa de cada pastizal se distribuyeron, al azar, 20 marcos de 0,25 m^2 cada uno, pesando el pasto existente dentro de cada uno de los marcos y tomándose una muestra representativa en cada caso, que fue sometida durante 72 horas a la acción de una estufa calibrada a 75 ^{0}C. Los datos se expresan en t de MS/ha.
Para estudiar el efecto de la rehabilitación en las propiedades físicas y químicas y en la actividad biológica del suelo, se realizaron 2 muestreos, el primero a los 7 meses y el segundo a los 15 meses. En cada caso se tomaron, al azar, 4 muestras de la capa arable (0 – 20 cm).
Se determinaron las propiedades físicas siguientes: estabilidad de los agregados, por Savinov (NR AG 406; 1981); estado estructural (Kaurichev et al, 1984); índice de estabilidad (Rivero 2004, comunicación personal); resistencia a la penetración (compactómetro vertical) e índice de cono (Balbuena et al, 2003).
Por otra parte, se determinaron además: pH en H_2O y en CIK (potenciómetro); bases cambiables y materia orgánica (Jackson 1970).
Para el estudio de la actividad biológica la muestra de suelo se secó al aire, se pasó por un tamiz de malla de 2 mm y se conservó, bajo techo, a temperatura ambiente por 2 meses hasta su análisis. Se determinó la respiración basal del suelo (RB) e inducida por substratos, utilizando el sistema de frasco cerrado, propuesto por Isemeyer (1952), por humedecimiento de 25 g de suelo, a 60 % de la capacidad máxima de retención de agua (Forster 1995) y la determinación del CO_2 al cabo de 24 horas de incubación a 30 ^{0}C se realizó según Dommerguez (1960). Para la determinación de la respiración inducida por carbono (RIC) y por carbono +

nitrógeno + fósforo (RICNP) se utilizaron las concentraciones propuestas por Alef (1995). La capacidad celulítica se evaluó en tubos de ensayos según Zseguí (1988).

Figura 1. Comportamiento de las lluvias durante el período experimental

Resultados y discusión

Las labores produjeron un efecto favorable en el incremento del área cubierta por el pasto estrella determinado 70 días después de la rehabilitación (tabla I). Mientras que en ese momento el área que ocupó esta especie se duplicó en el pastizal tratado y otras especies de bajo valor, como romero de costa *(Crotón litoralis Urb.)*, salta perico *(Potulaca pilosa, L.)*, malva amarilla (*Malachra fascasta Jacq) y* clitoria (*Clitoria virginianum*) decrecieron marcadamente.

Este efecto favorable de la rehabilitación con aradura más grada en la recuperación de pastizales deteriorados de *C. nlemfuensis* fue informado también por Padilla et al (2000). La lluvia caída (figura 1) después de la rehabilitación fue elevada (270 mm en junio y 365 mm en julio), lo cual se ha asociado con un efecto favorable del arado y la grada en el rejuvenecimiento de pastizales (Padilla et al 2003).

El muestreo efectuado 270 días después de la labor de rehabilitación mostró que el pasto estrella presentó el mayor área de cubrición, aunque en menor valor numérico que en el primer muestreo (55%). Al parecer, el prolongado período de escasas lluvias, así como el continuado pastoreo de animales (3 rotaciones) posterior al primer muestreo, ocasionó la reducción del área cubierta por estrella y la aparición en el pastizal, de las especies *P. notatum* y *S. indicus*. Quizás, ocurrió un consumo muy fuerte del pasto estrella que estimuló la aparición de dichas especies, que no estuvieron presentes inicialmente en el pastizal.

En un trabajo anterior realizado por Crespo y Fraga (2005) relacionado con métodos de rehabilitación en un pastizal de *P. maximum* invadido de *S. indicus*, se encontró que el mejor método fue el pase de arado más grada en junio, que redujo casi totalmente la población de *S. indicus*. No obstante, 1 año después se encontró un ligero aumento de la población de esta maleza en el pastizal. Sardiñas et al (2005) investigaron con mayor profundidad la biología y el comportamiento de *S. indicus* en los pastizales.

Tabla I. Efecto de la labor de rehabilitación en la composición botánica del pastizal

Especies	Labor de aradura +grada		
	Antes de la labor	70 días después	270 días después[1]
Cynodon nlemfuensis	41.5	88.5	55.4
Croton litoralis	15.6	3.5	0.0
Panicum maximum	10.2	4.4	0.0
Clitoria virginianum	20.1	1.7	0.0
Porulaca pilosa	4.5	0.7	0.0
Malachra fasciata	8.1	1.4	4.9
Paspalum notatum	0.0	0.0	31.8
Sporobolus indicus	0.0	0.0	7.9

[1] después de los 70 días y hasta los 270 días el pastizal fue pastoreado con una carga instantánea de 210 UGM ha^{-1} $día^{-1}$ en tres ocasiones.

Por su parte, a los 70 y 270 días se encontraron incrementos significativos del rendimiento del pasto (tabla II), lo cual demuestra que el efecto de la rehabilitación persistió favorablemente en el tiempo.

Tabla II. Efecto de la labor de rehabilitación en el rendimiento del pastizal, (t MS/ha)

Tratamiento	Primer muestreo (70 días después)	Segundo muestreo (270 días después)[1]
Testigo	0.91	0.70
Aradura + grada pesada	4.07	2.35
ES ±	0.19***	0.25**

** P < 0.01 *** P < 0.001

[1]después de los 70 días y hasta los 270 días el pastizal fué pastoreado con una carga intastánea de 210 UGM ha^{-1} $día^{-1}$

Desde el punto de vista químico (tabla III) el suelo se mantuvo estable respecto al contenido de las bases y las relaciones catiónicas, así como en el mantenimiento del contenido de MO y los valores de pH.

Tabla III. Efecto de la labor de aradura+grada en la composición agroquímica del suelo.

Momento muestreo	MO %	Ca^{2+} Cmol(+)/kg	Mg^{2+} Cmol (+)/kg	K^{+} Cmol(+)/kg	Na^{+} Cmol(+)/kg	pH (H_2O)
7 meses	4.16±0.72	13.34±0.80	1.85±0.06	0.15±0.03	0.10±0.01	7.10±0.82
15 meses	4.25±0.51	17.14±1.10	1.66±0.05	0.10±0.03	0.35±0.02	±0.057.20

El índice de degradación física (S) obtenido (tabla IV) indica que existe una baja relación entre el contenido de MO y las fracciones texturales más finas, lo cual hace que el suelo posea mayor capacidad para disminuir el grado de infiltración (Valentín 1993). Sin embargo, mejoraron los valores del índice de estabilidad (TH/TS), estabilidad estructural (TH) y grado de agregación de las partículas > 0.25 mm, que presentaron valores adecuados en ambos muestreos.

Tabla IV. Efecto de la labor de rehabilitación en el índice de estabilidad (TH/TS), grado de agregación (TS), estabilidad estructural (TH) e índice de degradación física del suelo.

Momento	Estabilidad estructural (TH)	Grado de agregación (>0.25 mm) TS	Índice de estabilidad (TH/TS)	Índice de degradación (S)
7 meses	79.99±5.32 (Excelente)	98.48±7.52 (Excelente)	0.81 (Muy Alto)	5.40 (Susceptible)
15 meses	86.40±6.30 (Excelente)	95.30±6.80 (Excelente)	0.91 (Muy Alto)	5.04 (Susceptible)

En este sentido, Amézquita et al (2004) obtuvieron correlaciones consistentes y significativas entre los índices de los agregados estables en agua, la arcilla dispersa mecánicamente, el diámetro medio ponderado de los agregados y las tasas de infiltración final.

El análisis de los resultados de la resistencia a la penetración de los equipos en la profundidad de 0 – 10 cm se considera ligera, mientras que para esta capa, la resistencia a la penetración de las raíces se interpreta como adecuada (tabla V). Como se aprecia, el índice de cono mostró los valores más altos en la capa de 10-40 cm de suelo, lo cual indica que puede existir una compactación sub-superficial, producida por la labor.

Tabla V. Efecto de la labor de aradura+grada en la resistencia a la penetración de los equipos y de las raíces

Resistencia a la penetración de los equipos, Kpa	Resistencia a la penetración de las raíces, Mpa				
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm
223.29±30.99 (Ligera)	1.24 ± 0.53 (Adecuado)	1.72 ± 0.25 (Retraso)	1.72 ± 0.25 (Retraso)	1.87 ± 0.26 (Retraso)	1.38 ± 0.20 (Adecuado)

El comportamiento de los indicadores de respiración del suelo, que reflejan el grado de actividad de los microorganismos, se muestra en la figura 2. Como se aprecia, en ambos momentos de muestreo se produjo un notable incremento de la respiración cuando la misma es inducida por los sustratos Carbono (RIC) y Carbono + Nitrógeno + Fósforo (RICNP), lo cual indica que el estado microbiológico del suelo en el área tratada potencia su actividad, lo cual la capacita aún más para reaccionar ante la presencia de materia orgánica.

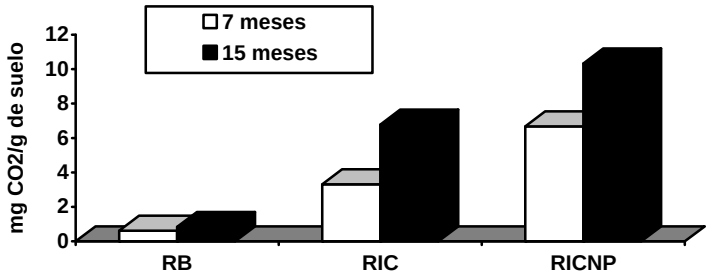


Figura 2. Efecto de la aradura+grada en los indicadores de respiración del suelo

Por su parte, la actividad celulítica en ambas fechas de muestreo aumentó gradualmente con el tiempo de incubación y alcanzó una tasa alta al final del análisis (figura 3). Estos resultados demuestran la presencia de grupos microbianos capaces de utilizar con facilidad esta fuente carbonada e indican, además, que la rehabilitación aplicada aumentó la actividad microbiológica, lo cual propicia un mejoramiento a las condiciones del suelo, que facilita la expresión de los microorganismos, que garantizará la mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la liberación de nutrientes para las plantas.
En sentido general se aprecia que la labor no produjo signo de degradación microbiológica en el suelo.

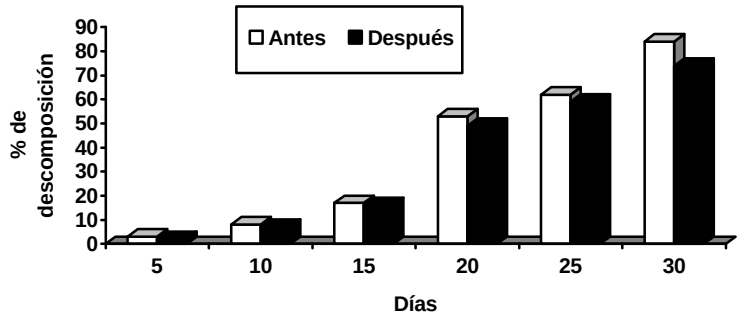


Figura 3. Valores medios de descomposición de la celulosa con el tiempo de incubación en las dos fechas de muestreo**.**

Conclusiones

Se concluye que la labor de aradura y gradeo para la rehabilitación de un pastizal de *Cynodon nlemfuensis* produjo los siguientes efectos: a) aumento del rendimiento del pasto estrella y de su porcentaje en la composición botánica del pastizal , b) elevación del índice de estabilidad estructural y de los agregados entre 5-7 mm del suelo asociado con el alto contenido de Ca y de MO, c) ligera resistencia a la penetración de los equipos, pero un valor adecuado de resistencia a la penetración de las raíces, d) estabilidad del contenido de MO, la relaciones intercatiónicas y el pH del suelo y e) elevación de la actividad microbiológica del suelo.

Referencias

- Alef, K. y Nannipieri, P. (eds) 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. New York, Academic Press, Cap.1. pp. 1 – 4.
- Amézkita, E., Aragues, R. and Gazol, R. (2004): Infiltration of water in disturbed soil columns as affected by clay dispersion and aggregate slaking. Spanish Journal of Agricultural Research, 2: 459 – 471.
- Balbuena, R., Botta, G., Draghi, L., Rosatto, H. y Dagostino, C. (2003): Compactación de suelos. Efectos del tránsito del tractor en sistemas de siembra directa. Spanish Journal of Agricultural Research, 1 : 75 – 80.
- Crespo, G. 2005. Evaluación y rescate de la fertilidad del suelo y la producción de pastos y forrajes en una granja ganadera de La Habana. En Informe final de Proyecto, Programa de Recursos Naturales, MINAGRI, C. de La Habana, Cuba. 80 p.
- Crespo, G y Fraga, S. 2005. Estudio preliminar de métodos de rehabilitación y la aplicación de estiércol vacuno en el control de espartillo (Sporobolus jndicus L. R.Br.) en un pastizal de guinea (Panicum maximum vc. Likoni). Rev. Cubana de Cienc. Agrícola,
- Díaz-Filho, M. 2003. Degracao de Pastagens. Procesos, causas e estrategias de recuperacao. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. EMBRAPA. Amazonia Oriental. Min. De Agricultura Peruana e abastecimiento, Belen, p. 62.
- Dommerguez, Y. 1960. La notion de coefficient de mineralization de carbone dans les soils. Un example d' utilization des tecniques biologuiquee dan la caracterization des types pedoloniques. Agron. Trop. 1 : 54 - 60
- Flores, D,A; Gálvez, V .V; Hernández, L.O; Lóipez, A:J:G; Obregón, S.A; Orellana, G.R; Otero, G.L y Valdés, P.M. 1996. En Salinidad nuevo concepto. Ed. Colima, México. 139 pp
- Foster, J. C. 1995. Soil sampling handling, storage and análisis. En Karsem Halefand Paolo Nannipieri (eds). Methods I Applied Soil Microbiology and Biochemistry. New York, Academic Press: 106 – 113.
- Hernández, A,; Pérez Jiménez, J.M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruiz, J.; Jaimez, E.; Marzán, P y otros. 1999. En Nueva Versión de Clasificación delos Suelos de Cuba. Inst. de Suelos, MINAGRI, C. de La Habana; Cuba. 64 p.
- Isemeyer, 1952. Eine einfache methode zur bestimmung der bodenatmung und der karbnate im bodem. In Kassem Alef and Paolo Nannipieri (Eds): Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. New York, Academic Press: 215 – 217.
- Jackson, M.L. 1970. Análisis Químico de Suelos. Univ. de Wisconsin. 662 p.
- Kaurichev, I. S., Panov, N. P., Stratonovich, M. V. y otros. (1984): Prácticas de Edafología. Editorial MIR, Moscú, 269 pp.
- Padilla,C., Crespo,G. y Ruiz, T. 2000. Renovación, recuperación y vida útil de los pastizales. En Recuperación de pastizales. Vías y estrategias para Cuba. Taller 35 Aniv. Del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, uba. P. 1 – 25
- Padilla, C., Febles, G. & Sardiñas, Y. 2003. El espartillo (*Sporobolus indicus*, L. Br.). Contribución al estudio de la biología, control y efectos en la degradación de los pastizales. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba (CD-Rom)

- Sardiñas, Y., Padilla, C. and Curbelo, F. 2005. Preliminary note on the control of wiregrass (*Sporobolus indicus* L R Br) and the recovery of a rangeland of guinea grass (*Panicum maximum* cv likoni) with the application of mechanical labors and fertilization. Cuban J. Agric. Science. 1:79
- t' Mannetje,L y Haydock, K.P. 1963. The dry weight rank method for the botanical analysis of pasture. J. Brit. Grassld. Soc. 18:268
- Valentín, Ch.1993. Soil Crusting and sealing in West Africa and possible approaches to improved management (chapter 9): 95 – 128. En Soil Tillage in Africa: needs and challenges. FAO soils Bull. 69:190 p.
- Zseguí, J. 1958. Cellulose decomposition and soil fertility. Akadeniai Kiads, Budapest, 14:241

MULTIMEDIA: “CATALOGO DE PRINCIPALES ARVENSES EN LOS CAÑAVERALES DE CUBA”
MULTIMEDIA: "CATALOG OF MAJOR ARVENS IN CUBA CANE FIELD "

Cruz Coca, O.*, Francisco, V., Martínez R.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba. INICA
* osmany.cruz@inicass.azcuba.cu

RESUMEN

Se elaboró una aplicación multimedia para la capacitación técnica de productores e investigadores, relacionada con el control integral de malezas de caña de azúcar en Cuba. En el diseño del software se empleó el Proceso Unificado Racional y el Lenguaje Unificado de Modelado. Para la elaboración del mismo se utilizó la herramienta Mediator versión8.0 Edición Profesional y para la edición de imágenes Adobe Photoshop versión7. Se recopiló toda la información relacionada con arvenses en los cañaverales en Cuba y con el criterio del grupo de expertos del SERCIM se elaboró un libreto para determinar orden y alcance de cada módulo del software. Como resultado se obtuvo la aplicación: “Catálogo de las principales arvenses en los cañaverales de Cuba”, producto informático que puede ser ejecutado desde un CD-R o unidad flash USB, apropiado para la capacitación de los temas relacionados con el control de arvenses en caña de azúcar.
Palabras clave: multimedia, arvenses, caña de azúcar.

ABSTRACT

A multimedia application was developed for the technical training of producers and researchers related to the integral control of sugarcane weeds in Cuba. In the design of the software, the Unified Rational Process and the Unified Modeling Language were used. For the elaboration of the same it was used the tool Mediator version8.0 Professional Edition and for the edition of images Adobe Photoshop version7. All the information related to arvenses in the cane fields in Cuba was compiled and with the criterion of the group of experts of the SERCIM a booklet was elaborated to determine order and scope of each module of the software. As a result the application was obtained: "Catalog of the main arvenses in the cane fields of Cuba", computer product that can be executed from a CD-R or USB flash drive, appropriate for the training of the subjects related to the control of weeds in sugar cane.
Key words: multimedia, arvenses, sugarcane.

INTRODUCCIÓN

Muchas especies de arvenses anuales y perennes se encuentran en las plantaciones cañeras de Cuba. Algunas predominan en ciertos períodos del año o estadios del cultivo y otras en épocas y etapas diferentes.
Es esencial conocer cuáles son las especies predominantes para seleccionar los tratamientos más eficaces y planificar los insumos para determinado período. Además, se puede pronosticar la composición del próximo año o ciclo de siembra, mediante la toma de muestras de suelo en el ciclo anterior y su colocación en condiciones óptimas para la germinación. La flora infectante en el cultivo de la caña de azúcar es bastante específica (1).
En Cuba (2) reconoce 32 especies principales de arvenses que compiten con la caña de azúcar. Para contrarrestar el aumento considerable en las pérdidas, tanto agrícolas como industriales que se producen en el proceso productivo, es necesario conocer el ciclo de vida, modo de reproducción y frecuencia de aparición, entre otras características, de la diversidad de especies de malezas diseminadas en las áreas asociadas al cultivo de la caña de azúcar la empresa azucarera de Sancti Spíritus para aplicar un control integral efectivo (3).

La multimedia: es una tecnología que permite integrar texto, números, gráficos, imágenes fijas o en movimiento, sonidos, alto nivel de interactividad y además, las posibilidades de navegación a lo largo de diferentes documentos. (4)
Considerando lo anterior, el presente trabajo se planteó como objetivo elaborar una aplicación multimedia que contribuya a la capacitación técnica de productores e investigadores, relacionada con el control integral de malezas de caña de azúcar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

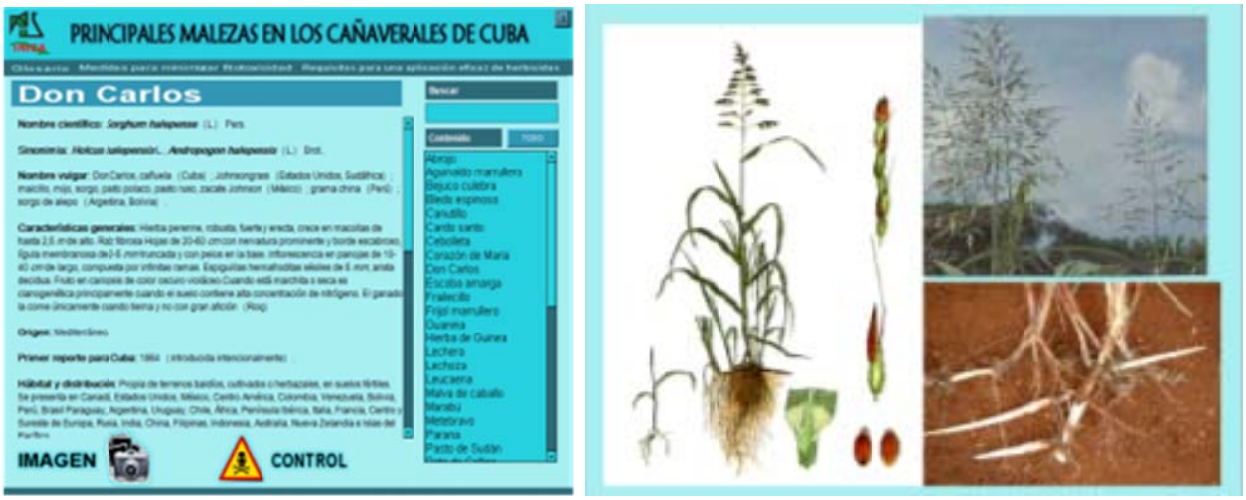
En el diseño de la multimedia se empleó el Proceso Unificado Racional (RUP), y el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Para la elaboración de la aplicación se utilizó la herramienta Mediator versión 8.0 Edición Profesional y para la edición y manipulación de imágenes se empleó Adobe Photoshop versión7.
Primero se recopiló toda la información relacionada con las arvenses en caña de azúcar en Cuba, con ella se elaboró un libreto para determinar el orden y alcance de cada módulo del software. Se tuvo en cuenta además el criterio del grupo de expertos del Servicio de Recomendaciones del Control Integral de Malezas (SERCIM) del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El software se nombró “Catálogo de arvenses en caña de azúcar en Cuba”. El mismo se estructuró en cuatro módulos: Principal, Glosario de términos, Medidas para minimizar fitotoxicidad, Requisitos para una aplicación eficaz; ellos se agrupan en un menú principal y se describen a continuación.
Módulo Principal: (Figura 1).Controla el inicio de la aplicación, presenta y ofrece el menú de opciones de cada módulo para la navegación por el sistema, contiene el listado de arvenses, del cual el usuario, puede seleccionar la que desea ver o escribir en el cuadro de búsqueda el nombre de la deseada.

Figura 1. Interfaz de usuario del módulo principal.

Una vez que el usuario selecciona una arvense, se muestra una ventana con las características de la misma (Figura 2a), Nombre científico, Sinonimia, Nombre vulgar, Características generales, Origen, Primer reporte para Cuba, Hábitat y distribución, Frecuencia en cañaverales, Propagación, Hospedante y Usos.



a b

Figura 2. Interfaz de usuario características de una arvense e imagen relacionada.

El usuario puede ver las imágenes de la maleza y cómo controlarla haciendo clic en los botones correspondientes de imagen y control. Una vez que esté en la ventana de "imagen" (Figura 2 b), haciendo clic sobre la imagen puede regresar a la ventana de la arvense. De la misma forma funciona para la ventana de "control".

Módulo Glosario de términos: Contiene un glosario de todos los términos utilizados en la multimedia y su explicación, (Figura 3). Desde aquí el usuario puede ir al inicio del sistema o a cualquier otro módulo del software.

Figura 3. Interfaz de usuario para el "Glosario de términos".

Módulo Medidas para minimizar fitotoxicidad: Se refiere a un grupo de medidas para evitar las afectaciones de los herbicidas al cultivo (Figura 4a).

a b

Figura 4. Interfaz de usuario para a: "Medidas para minimizar fitotoxicidad" y b: "Requisitos para una aplicación eficaz".

Al igual que en el módulo anterior, el usuario desde aquí puede ir al inicio del sistema o a cualquier otro módulo del software.

Módulo Requisitos para una aplicación eficaz: Muestra los requisitos indispensables para una aplicación eficaz de herbicidas. (Figura 4b).

La multimedia no requiere de instalación y puede ser ejecutada desde un CD-R o o desde una unidad flash USB. Para su ejecución se debe disponer de una computadora personal con el sistema operativo Windows 98 o superior; con un microprocesador Intel Pentium II a 200 MHz, con 64 MB de memoria RAM, unidad lectora de CD o puerto USB, mouse y tarjetas para el soporte multimedia (audio y vídeo).

El grupo de expertos del SERCIM, clasificaron los contenidos abordados en este software y el diseño del mismo como muy apropiados para la capacitación y estudio de los temas relacionados con el control de arvenses en caña de azúcar.

La multimedia contribuye a la actualización y profundización de los conocimientos de los productores e investigadores en cuanto al control de arvenses en caña de azúcar. Esta aporta información importante y unido a los recursos media que posee, ofrece facilidades de un estudio rápido y eficaz.

CONCLUSIONES

Se obtuvo la aplicación multimedia "Catálogo de arvenses en los cañaverales de Cuba", un producto informático que puede ser ejecutado desde un CD-R o unidad flash USB, apropiados para la capacitación y estudio de los temas relacionados con el control de arvenses en caña de azúcar.

REFERENCIAS

1. Soares, M. Efeito da palha da cana-de-açúcar y do tamanho de tubérculos no desenvolvimento da tiririca (Cyperus rotundus L.). Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctoral en Ciencias Agrícolas. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, 2004.
2. Díaz, J.C. PC Malezas. Programa Automatizado para el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM). Revista ATAC. 2003, Volumen 65, No.3, pp.8.
3. Francisco, V., Cruz, O., Aragón, H., Concepción, E., Rábago, R. Diversidad y evolución de especies de arvenses de caña de azúcar en la provincia de Sancti Spíritus. Revista Centro Agrícola. 2016, Volumen 43, No. 1.
4. Fondevila, G., Francesc, J. Multimedia, digital press and journalistic genres in Catalonia and in Spain: an empirical analysis. Communication Studies Journal, May 2010, Número 7, pp. 81-95.

ALION PRO SC 51,75: HERBICIDA PRE-EMERGENTE PARA EL CONTROL DE PLANTAS ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

ALION PRO SC 51,75: PRE-EMERGING HERBICIDE FOR THE CONTROL OF PLANTS ARVENSES IN THE CULTIVATION OF SUGAR CANE

Cuadras, F[1]. , Hernández, F[1]., Rodríguez, L[2]., Zayas, E[3]., Gallego, R[2]., Lorente, E[3]., Bouza. D[1]., Sánchez, Y[1]., Ruiz, J[1]., Borges, A[4]., Díaz, J[4]., Hernández, Y[1]., Acosta, J[5] y Ibáñez, H[1].

[1]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, EPICA-Matanzas.
[2]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, INICA.
[3]Equipo Bayer CropScience AZCUBA.
[4]Empresa Azucarera Matanzas.
[5]Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos.
fcuadrasi@epicamt.azcuba.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la eficacia herbicida ante diversas especies de arvenses y la selectividad a la caña de azúcar del nuevo herbicida Alion Pro 51,75 SC se estableció un estudio en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar del INICA, en el municipio de Jovellanos en la provincia Matanzas. Las aplicaciones fueron inmediatamente después de la plantación en condiciones de humedad. Alion Pro mostró diferencias significativas en las dosis aplicadas las cuales no causaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivar y mantuvo el área libre de plantas arvenses por un periodo superior a 120 días como se pudo apreciar en comparación con los testigos tradicionales y el testigo sin aplicar. Las mejores dosis fueron las de Alion Pro 1,50; 1,75 y 2,0 L ha^{-1} que presentaron una menor relación costo por días limpio.
Palabras claves: Cultivar, herbicida, caña de azúcar.

ABSTRACT

With intention to evaluate the herbicide effectiveness in front of several weeds and selectivity of de new herbicide Alion Pro 51, 75 SC studies wete established at the Provincial Sugar Cane Research Station in Jovellanos, Matanzas. Applications were made inmediatly after plantation in moist conditions of the soil. Alion Pro showed significative differences in applied doses and toxicity was not observed on the cultivar of sugar cane included in the studies as well as the experimental area was free of weeds during more than 120 days in comparison with traditional testers as well as in the tester without application. Better doses were Alion Pro 1,50; 1,75 and 2,0 L ha^{-1} that shwed less cost per day free of weeds.
Key words: cultivar, herbicide, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

La situación actual de la agricultura cañera en Cuba, requiere de tecnologías cada vez más efectivas y económicas que nos permitan resolver sus problemas, con un marcado incremento de la producción, la productividad y la calidad del trabajo, con los menores perjuicios posibles al medio ambiente. Una cuestión fundamental está basada en la optimización del empleo de tratamientos herbicidas de amplio espectro, con un menor costo y dosis reducidas para un menor riesgo ambiental incluyendo la salud del hombre que los maneja directamente. [1]

Bayer CropScience [2] en la actual estrategia de lucha contra las principales arvenses que importunan el desarrollo de la caña de azúcar desarrolla productos herbicidas residuales que garantizan un mayor período de tiempo, lográndose que los porcentajes de las arvenses disminuyan en las áreas que se aplican estos productos conjuntamente con el manejo de las plantaciones.
En Cuba cada año se invierten cuantiosos recursos monetarios en el control de las arvenses, siendo el empleo de herbicidas la principal variante de manejo. El Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) continuamente realiza investigaciones sobre diferentes herbicidas, formulaciones y mezclas para el control de las arvenses en el cultivo de la caña de azúcar y a través del proceso de extensión agrícola introduce en la producción aquellas tecnologías de avanzada que pueden generar resultados técnicos-económicos positivos [3]. El objetivo del experimento fue evaluar la fitotoxicidad, el efecto pre-emergente en las semillas de las plantas arvenses y las dosis más adecuadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se plantó un estudio el 29 de noviembre de 2015 sobre suelo Ferralítico Rojo Compactado [4] en el bloque experimental de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar en áreas del (CIT) Centro de Innovación Tecnológica para evaluar la eficacia herbicida contra diversas especies de arvenses y selectividad a la caña de azúcar del nuevo formulado de Bayer CropScience: Alion Pro 51,75 SC (indaziflam 3,75 g L^{-1} + metribuzin 48 g L^{-1}), en caña planta en condiciones de humedad y tratamiento pre-emergente.
El medio de aplicación fue con mochilas (asperjadora de espalda) Matabi y boquilla deflectora (Flood-Jet) DT-3,0 color gris con una solución final de 200 L ha^{-1}, en el momento de la aplicación existía humedad en el suelo debido al riego del sistema de enrolladores con una media de 250m^3, las condiciones climatológicas estaban en norma, el suelo estaba libre de plantas arvenses y se mantuvo la humedad en todo el periodo de evaluación. La distancia entre surcos fue de 1,60m, cada parcela de 7,5m de longitud para un área de 48m^2. Con diseño bloque al azar con ocho tratamientos y cinco replicas: **1.** Alion Pro 1,0 L ha-1, **2.** Alion Pro 1,5 L ha^{-1}, **3.** Alion Pro 1,75 L ha^{-1}, **4.** Alion Pro 2,0 L ha^{-1}, **5.** Alion Pro 2,5 L ha^{-1}, y los residuales tradicionales **6.** Dual Gold CE 96 1,5 L ha^{-1} + Ametrina PH-80 1,5 kg ha^{-1}, **7.** Hexaron GD 60 3,0 kg ha^{-1} y **8.** Testigo sin aplicar. El área se encontraba en barbecho, sin aplicar herbicidas residuales en los últimos tres años donde las especies de arvenses crecían libremente en un periodo lluvioso intenso. La preparación de suelo comprendió la rotura y dos pases de gradas quedando el suelo medianamente mullido listo para el surcado y las arvenses controladas.
Se realizaron evaluaciones a los 30, 60, 90 y dda. La fitotoxicidad en el cultivo se evaluó por la escala *European Weed Research Society* [EWRS] de nueve grados [5], [6] y [7]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la aplicación de las diferentes dosis se observó buen efecto pre-emergente de los tratamientos en las principales especies de arvenses desde los 30, 60 y 90 dda, en el testigo absoluto se observaron plantas ya florecidas y otras emergiendo, demostrando que los herbicidas tienen buen control sobre las semillas de las especies presentes en todos los tratamientos, resultados similares se observaron a los 120 dda en los tratamientos de Alion Pro.

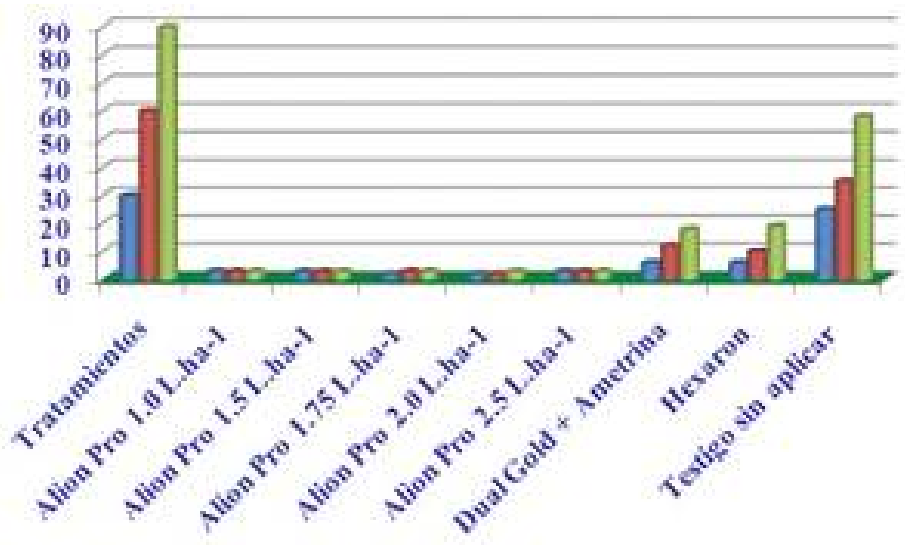


Fig. 1 Efectividad de las aplicaciones a los 30, 60 y 90 dda.

La evolución de las plantas arvenses en las diferentes evaluaciones no mostró diferencias significativas en los tratamientos con Alion Pro demostrando el efecto pre-emergente de los mismos, los mejores tratamientos a los 90 dda fueron donde se aplicó Alion Pro a dosis de 1,50, 1,75 y 2,0 L ha^{-1}, superando significativamente a los testigos de referencia de Dual Gold CE 96 1,50 L ha^{-1} + Ametrina PH-80 1,50 $kg.ha^{-1}$, Hexaron GD 60 3,0 kg ha^{-1} y el testigo sin aplicar.

Las medias de la cobertura de arvenses y su interacción entre los tratamientos a los 90 reflejan que existieron diferencias significativas entre los tres momentos de aplicación de los herbicidas con los testigos empleados.

Se observó un efectivo control a los 120 dda y no se mostraron síntomas fitotóxicos en el cultivar utilizado C86-12, resultados similares pero en aplicaciones post-emergente encontró [8] con el mismo cultivar en estudio plantado en la provincia de Las Tunas.

En todos los tratamientos se observaron plantas que germinaron de las especies *Rottboellia cochinchinensis L.* (zancaraña), *Ipomoea trífida* (aguinaldo marrullero) *y Cyperus rotundus L.* (cebolleta).

En campos de caña con exceso de plantas arvenses en los primeros 120 días se pierde en muchos casos el 60% de la producción. Si estos fueron estimados en 80,0 t ha^{-1}, entonces por cada hectárea se pierden 48,0 toneladas de caña, equivalentes a 5,33 toneladas de azúcar con un valor aproximado de 500,00 CUC/t, por lo que se dejarían de ingresar 2 665,00 CUC[9].

En la Tabla I. se presenta el comportamiento de los tratamientos donde se observa que las mejores dosis empleadas fueron las de Alion Pro 1,50; 1,75 y 2,0 L ha^{-1} que presentaron una menor relación costo por días limpio, además el control fue más eficaz y duradero al compararlo con los productos tradicionales. Los herbicidas pre-emergentes sobre las arvenses presentan una alta residualidad que disminuye los costos y el número de labores a realizar en la etapa del cultivo, siendo estos una solución para el control de las mismas.

Tabla I. Comportamiento de los tratamientos.

No	*Tratamientos*	*Dosis en kg ha^{-1} o L ha^{-1}*	*Costo CUC ha^{-1}*	*Días limpios*	*Costo/ha/días limpios*
1	Alion Pro 51.75 SC	1,0	30,00	90	0,33
2	Alion Pro 51.75 SC	1,5	45,00	90	0,50
3	Alion Pro 51.75 SC	1,75	52,50	90	0,58
4	Alion Pro 51.75 SC	2,0	60,00	90	0,67
5	Alion Pro 51.75 SC	2,5	75,00	90	0,83
6	Dual Gold CE 96 + Ametrina PH-80	1,5 + 1,5	30,87	50	0,62
7	Hexaron GD 60	3,0	27,63	45	0,61

CONCLUSIONES

- Alion Pro SC 51,75 aplicado bajo condiciones de humedad mostró efectividad pre-emergente sobre las diferentes especies de arvenses a dosis de 1,5; 1,75 y 2,0 L ha^{-1}.
- Alion Pro SC 51,75 mostró mejor comportamiento pre-emergente comparado con los testigos utilizados Dual Gold CE 96 1,5 L ha^{-1} + Ametrina PH-80 1,5 kg ha^{-1}, y Hexaron GD 60 3,0 kg ha^{-1}.
- Alion Pro SC 51,75 no causó daño fitotóxico en el cultivar utilizado C86-12.
- La relación costo por días limpio, fue menor en los tratamientos con Alion Pro SC 51,75.
- Se observaron plántulas que germinaron de las especies *Rottboellia cochinchinensis L.*, *Ipomoea trífida y Cyperus rotundus L.* sin ser perjudicial para el desarrollo del cultivo.

REFERENCIAS

[1]. Álvarez, A. Control Integral de Arvenses en Caña de Azúcar.IX ed.La Habana: Publinica. 2008. p. 68-84.
[2]. Bayer Cropscience. Evolution. El Mejor Herbicida Para Siembra Directa en Maíz Porque va Directo a las Arvenses (en Línea). Brasil (Consultado 25 de Feb. 2008). Disponible en http:// www.bayercropscience.com.ar/downloads/FOLLETO_EVOLUTION_2008.pdf.
[3]. INICA. Control Integral de Arvenses en Caña de Azúcar Ed. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. XI Edición. 2011.
[4]. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura, C. Habana, ISBN: 959-246-022-1, Cuba. 1999. 64 pp.
[5]. Johannes, H. Y J. Schuh. Das bonitierungsschema 1971. 1-9. European Weed Research Council (EWRS), Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.
[6]. Ciba Geigy. Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 1981. 205 p.
[7]. Barreto Pérez, Bárbara., Zuaznabar, R., Noy, M., García, I., Téllez, R., y Gilda Jiménez., Manejo de malezas en caña de azúcar con tratamientos de herbicidas pre y post-emergente XIII Congreso Internacional Sobre Azúcar y Derivados .Diversificación .ICIDCA. La Habana Cuba. 2015. p.697.
[8]. Rodríguez, L. y col., Eficacia herbicida del producto Alion Pro SC 51.75 en caña planta. XVII Taller Bayer CropScience-INICA. 7 y 8 de Noviembre Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba. 2016.
[9]. Álvarez, A. Las malas hierbas. Pérdidas en azúcar y económicas. II Congreso Nacional Ciencias de Malezas, La Habana, 2012. pp. 56-58.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE MALEZAS
ALAM,CUBA 2017

EVALUACIÓN DEL ISOXAFLUTOLE EN EL CONTROL DE ARVENSES EN RETOÑOS DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP*. HÍBRIDO)

EVALUATION OF ISOXAFLUTOLE IN THE WEED CONTROL IN RATOON CANE (*SACCHARUM SPP*. HÍBRIDO)

Díaz Fernández Daimeé[1*]; Viera Barceló Frank[2]
[1] Estudiante de Agronomía, Universidad de Las Tunas. Cuba.
[2] Profesor de Agronomía, Universidad de Las Tunas. fviera@ult.edu.cu
***daimeedf@estudiantes.ult.edu.cu.**

RESUMEN

La investigación se desarrolló en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas, para la evaluación de la efectividad de diferentes dosis de isoxaflutole en el control de arvenses en plantaciones de caña de azúcar, variedad C87-51, en cepa de retoño, en aplicaciones preemergentes, en tres tipos de suelos. Se establecieron parcelas de 80 m^2 en bloques al azar con cuatro réplicas. La efectividad se evaluó con el porcentaje de cobertura por arvenses, la fitotoxicidad provocada a la caña, y el coste asociado a cada tratamiento. Las dosis de isoxaflutole más eficientes fueron 0,20 y 0,25 $kg.ha^{-1}$ en los suelos Fersialítico, Pardo y Vertisol respectivamente.
Palabras claves: caña de azúcar, herbicidas, postemergente, arvenses, suelos.

ABSTRACT

The research was carried out in areas of production from Majibacoa Enterprise, Las Tunas province, to evaluate the effectiveness of diferents doses of isoxaflutole in weed control in sugar cane plantations, variety C 87-51 in ratoon cane , in e preemergent applications in three types of soils. Plots of 80 m^2 were distributed at random blocks with four replications. The effectiveness was evaluated by means of the covering percentage by weeds and the provoked toxicity to the cane plants, keeping in mind the cost associated to each treatment. The most efficient doses of isoxaflutole were at 0.20 and 0.25 $kg.ha^{-1}$ in the soils Fersialític, Brown and Vertisol respectively.
Key words: sugarcane, herbicides, postemergence, weed, soils.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los agroecosistemas, las arvenses son una forma especial de vegetación altamente exitosa, que crece en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas; su éxito puede medirse por la rapidez de la colonización, la dificultad de su eliminación y el efecto negativo sobre la productividad de las especies cultivadas (1). Sus daños pueden ser desde imperceptibles a muy severos y dependiendo de su biología, distribución, dispersión y persistencia, pueden convertirse en una verdadera peste, causando pérdidas de hasta un 30% de la productividad (2).
Las malas hierbas son la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas, que conjuntamente con la despoblación, obligan al arranque de un campo de caña en un período muy corto, con una vida útil de bajos rendimientos y altos costos de producción (3). En Cuba se han reportado pérdidas por la competencia permanente de las malezas en casos extremos que fluctúan desde un 28% hasta un valor máximo de 97,5%. Según otros autores, el control de las mismas puede representar del 5-6% del costo de producción (4).
En este trabajo se realizó una evaluación de la efectividad de diferentes dosis de isoxaflutole en el control preemergente de arvenses, en plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum spp*. híbrido), variedad C87-51, en cepa de retoño, en tres tipos de suelos en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en áreas de producción de la Empresa Azucarera "Majibacoa", ubicada en la zona central de la provincia Las Tunas, para evaluar la efectividad de cinco dosis de Isoxaflutole en el manejo de arvenses en cepas de retoño de caña. Se desarrollaron tres experimentos en suelos con diferentes características, que abundan en esta Empresa y en varias zonas del país.

Los experimentos se montaron con un diseño experimental de Bloques al Azar, con un tamaño de las parcelas: 80,00 m^2; solución final: 250 L. ha^{-1}; en los diferentes tipos de suelos: Fersialítico pardo rojizo; Pardo mullido y Vertisol crómico gléyco; contenido de humedad del suelo: 10-15% (se determinó por gravimetría); tipo de aplicación: preemergente; medio de aplicación: asperjadora manual (MATABI) con boquilla flood jet DT 5; tipo de cepa: retoño ; cultivar C87-51; momento de aplicación 1 día después del corte.

Tratamientos evaluados: $kg.ha^{-1}$

1 Testigo sin aplicar
2 Isoxaflutole (merlin) a 0,10 kg ha^{-1}
3 Isoxaflutole (merlin) a 0,15 kg ha^{-1}
4 Isoxaflutole (merlin) a 0,20 kg ha^{-1}
5 Isoxaflutole (merlin) a 0,25 kg ha^{-1}
6 Isoxaflutole (merlin) a 0,30 kg ha^{-1}

Evaluaciones realizadas:

La determinación del porcentaje de cobertura de las arvenses se realizó a los 65 y 80 días después de la aplicación de los herbicidas (dda). El 5% de cobertura fue el máximo valor que se fijó para considerar los campos limpios de arvenses; a partir de este valor en esta Empresa se aplican métodos de control, aquí se tuvo en cuenta la escala de Maltsev (1962), muy utilizada en Cuba (5). Para determinar el porcentaje de cobertura se utilizó el método visual, con la ayuda de un marco de madera de 0,50*0,50 m (0,25 m^2), según la metodología propuesta por este mismo autor.

La determinación de la fitotoxicidad se realizó a los 35 días de la aplicación de los herbicidas. Se aplicó la escala de EWRS (European Weed Research Society) (6).

El rendimiento agrícola se determinó pesando la caña de los dos surcos centrales de cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzadora Yumz-6KM.

Para realizar la valoración económica se determinó el costo de cada tratamiento (CT), según el precio de los diferentes herbicidas y sus dosis y los días que se mantuvieron limpios los campos de caña (DL) en los diferentes tipos de suelo, con estos datos se calculó el costo por día limpio (CPDL).

CPDL=CT/DL

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 0,05 de significación. A los datos porcentuales se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (modificada) para valorar si debían ser transformados. Se utilizó el paquete estadístico "Infostat" de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de cobertura por arvenses y fitotoxicidad.

De modo general los menores porcentajes de cobertura por arvenses en los tres tipos de suelos se obtuvieron con las dosis de Isoxaflutole de 0,20, 0,25 y 0,30 ($kg.ha^{-1}$ pc), en los dos momentos de evaluación (Tabla I).

En el suelo Fersialítico de las tres dosis resulta positivo seleccionar la menor (0,20 $kg.ha^{-1}$) ya que resulta más económica, en los suelos Pardo y Vertisol que poseen un mayor contenido de arcilla con las mayores dosis se obtuvieron los mejores resultados, pero se debe seleccionar la de 0,25 $kg.ha^{-1}$ya que es más económica y causa menor fitotoxicidad.

En los tres tipos de suelos, de modo general aparecieron alrededor de 12 especies de arvenses. En el área donde no se aplicó el herbicida abundaron cinco especies. Luego de las aplicaciones, estas mismas especies presentaron las mayores intensidades de aparición: *Dichanthium annulatum* 34%, *Rottboellia cochinchinensis* 17%, *Cynodon dactylon* (L.) 18% y *Cyperus rotundus* (L.) 12%, estos valores son los que predominaron en todos los tratamientos de los tres experimentos. En el suelo Fersialítico no apareció *Brachiaria mutica*, y *Bidens pilosa* (L.) no se reportó en el Pardo y el Vertisol, en este último suelo tampoco *Parthenium hysterophorus* (L.) estuvo presente.

Tabla I. Porcentaje de cobertura de arvenses y fitotoxicidad.

Tratamientos ($kg.ha^{-1}$ pc)	Fersialítico			Pardo			Vertisol		
	% CB 65 días	% CB 80 días	FT	% CB 65 días	% CB 80 días	FT	% CB 65 días	% CB 80 días	FT
1 Test	21,7c	31,5 c		29,25 d	35,13 d		33,2 d	38,3 c	
2 I (0,10)	10,0 b	16,7 b	1	16,75 c	20,33 c	1	20,3 c	28,2 b	1
3 I (0,15)	9,38 b	15,8 b	1	13,88 c	16,7 bc	1	20,0 c	28,2 b	1
4 I (0,20)	4,63 a	11,1 a	1,5	12,7 bc	15,50 b	1,5	14,0 b	17,2 a	1,5
5 I (0,25)	4,38 a	10,7 a	2	8,63 ab	10,25 a	2	10,1 a	14,1 a	2,5
6 I (0,30)	4,13 a	10,0 a	4,5	8,25 a	9,50 a	4	10,0 a	13,2 a	4
ES	0,80	0,88		0,92	0,83		0,79	0,95	

Test: Testigo; I: Isoxaflutole; % CB: Porcentaje de cobertura; FT: Fitotoxicidad.

En general las superficies sólidas del suelo como son: arcillas, limo, arena y materia orgánica, adsorben a los herbicidas utilizando fuerzas que pueden ser electrostáticas y de Van de Walls o químicas, por un período más o menos largo y que interactúan con el herbicida reteniéndolo. La materia orgánica es el más importante factor del suelo que influye sobre la adsorción de la mayoría de los plagucidas, porque provee de un amplio número de sitios de anclaje para muchas moléculas de agroquímicos entre ellos los herbicidas (7, 8, 9).

Al evaluar los herbicidas Dehexazinone y Tebuthiuron en suelos arcillosos de México, plantados de caña de azúcar, señalan como una posible causa de la disminución de la efectividad de los mismos en el suelo, a que son absorbidos por el carbono orgánico que posee la cobertura de paja de caña que queda después de la cosecha (10).

Valoración económica.

En el suelo Fersialítico con las diferentes dosis de Isoxaflutole, se alcanzó la mayor cantidad de días libre de arvenses en el área experimental respecto a los otros dos suelos, con valores que oscilaron de 55 a 62 días (Tabla II); a partir de 0,20 $kg.ha^{-1}$ de este herbicida se obtuvieron los mayores valores.

En los suelos Pardo y Vertisol se logró mantener libre de arvenses el área de 45-55 días, con los mejores resultados en las dosis más altas (0,25 y 0,30 $kg.ha^{-1}$) de Isoxaflutole.

Al emplearse un sólo herbicida, lógicamente al incrementarse la dosis aumentó el costo del tratamiento, por lo que a pesar de existir diferencias de hasta 10 días limpios entre los tratamientos con dosis bajas y altas, el costo por día limpio se incrementó a medida que las dosis aumentaron. En el suelo Fersialítico se alcanzaron los menores costos por día limpio. En los tres tipos de suelos, con las dosis de 0,20; 0,25 y 0,30 $kg.ha^{-1}$ el costo por día limpio osciló de 0,50 a 0,81 CUP.

Tabla II. Valoración económica.

Tratamientos (kg. ha^{-1} pc)	Días limpios			Costo CUP. ha^{-1}	Costo (CUP) por día limpio		
	Fpr	Pardo	Verti		Fpr	Pardo	Verti
1 Testigo							
2 I (0,10)	55	45	45	14,93	0,27	0,33	0,33
3 I (0,15)	55	50	45	22,39	0,41	0,45	0,50
4 I (0,20)	60	50	50	29,85	0,50	0,60	0,60
5 I (0,25)	60	55	55	37,31	0,62	0,68	0,68
6 I (0,30)	62	55	55	44,78	0,72	0,81	0,81

I: Isoxaflutole; Fpr: Fersialítico Pardo rojizo; Verti: Vertisol

CONCLUSIONES

1- En el suelo Fersialítico con 0,20 kg.ha^{-1}de Isoxaflutole se lograron porcentajes de cobertura por arvenses (pca) similares a los alcanzados con dosis superiores, y además, causó la menor fitotoxicidad. En el suelo Pardo y el Vertisol de modo general con las dosis de 0,25 y 0,30 kg.ha^{-1}de Isoxaflutole se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al pca, pero es aconsejable utilizar la menor dosis, ya que con la mayor se incrementó la fitotoxicidad.

REFERENCIAS

1- Rodríguez, J. Las malezas y el Agroecosistema. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental de Uruguay. [en línea]. 2007. [Consultado: 15-12-2007]. Disponible en: <http:www.pv.fagro.edu.uy/Malezas>.

2- Daehler, C. y Virtue, J. Variable perception of weeds and the implication for WRA. En: International Weed Risk Assessment Workshop (IWRAW). [en línea]. 2007. [Consultado: 10-12-2007]. Disponible en: <http:www. hear.org/iwraw>.

3- Álvarez, A. Las malas hierbas nos reducen la Zafra 2002 en 1,4 millones de toneladas de azúcar como mínimo: 54 millones de dólares menos de ingresos netos. Memorias II Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Ciencia de Malezas. INICA-INISAV, Jardín Botánico Nacional, La Habana, Noviembre 23-25 del 2001, pp.56-58.

4- Conlong, D. E. y Campbell, P. L. Integrated weed management for sugarcane field verges: *Melinis minutiflora* and Cynodon *dactylon* encroachment. Proc S Afr Sug Technol Ass. 2010, vol. 83, p. 276 – 279.

5- Labrada, R. Métodos para el Estudio de las Malezas y los Herbicidas. Primera edición. La Habana: Ediciones ENPES. 1991. 149 pp.

6- CIBA-Geigy. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza: Editorial CIBA-Geigy. 1981. 205 pp.

7- Weber, W.J., Huang, W. L. y Yu, H. Hysteresis in the sorption and desorption of hydrophobic organic contaminants by soils and sediments: II. Effect of soil organic matter heterogeneity. J. Contam. Hydrol. 31. 1998. pp 149-165.

8- Yang W., Zhang J., Zhang C., Zhu L. y Chen W. Sorption and resistant desorption of atrazine in typical Chinese Soils. J. Environ. Qual. 38. 2009. pp 171-179.

9- Alfaro, R. Herbicidas asociados a la caña de azúcar y su potencial de contaminación del medio ambiente. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Costa Rica. 2013. 63 p.

10- Pereira, E.V.; Giori, F.G.; Nascimento, A. L.;Tornisielo.; V. L. y Regitano, J.B. Effects of soil attributes and straw accumulation on the sorption of hexazinone and tebuthiuron in tropical soils cultivated with sugarcane. Journal of Environmental Science and health part b-pesticides food contaminants and agricultural wastes, vol.50, no.4. 2015. 238-246 p.

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD EN EL CONTROL DE ARVENSES Y LA SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS MAYORAL LS 35 (imazapyr+imazapic) E INDAZIFLAM SC 50 EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

EVALUATION OF THE EFFICACY IN THE CONTROL OF GROWING IN SOWN FIELDS AND THE FITOTOXICIDADS OF THE MAYORAL LS 35 WEED KILLERS (imazapyr+imazapic |) AND E INDAZIFLAM SC 50 IN THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE

Espinosa D.[1], Fernández C [2], Montero Beatriz [1] y Alca J [3].

1. EPICA Holguín, Guaro, s/n, Mayarí, Holguín, Cuba, 53 24 596406, david.espinosa@inicahl.azcuba.cu.
2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba.
3. UBPC "Cueto 11", UEB "Loynaz Hechavarría", Provincia Holguín, Cuba.

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la UBPC "Cueto 11", en la provincia de Holguín, en un Vertisol plantado de caña de azúcar en época de frío, variedad C90-469. Se evaluaron cinco tratamientos (cuatro con los herbicidas Indaziflam SC 50, Mayoral LS 35 e Isoxaflutole GD 75) y un testigo absoluto o sin aplicación. Para la evaluación de los tratamientos se identificaron las especies de arvenses presentes y su porcentaje de cobertura, así como el grado de fitotoxicidad al cultivo y su efecto económico. Se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, no así entre los herbicidas evaluados y se observó una ligera fitotoxicidad al cultivo con la aplicación de Isoxaflutole GD 75 a 0.20 kg ha^{-1}. El tratamiento con Mayoral LS 35 a 0.50 L ha^{-1}, arrojó los más bajos costos por hectárea, por lo que se recomienda su inclusión en la tecnología de control de arvenses en la cepa de caña planta, en el cultivo de la caña de azúcar.

PALABRAS CLAVE: herbicidas, arvenses**,** fitotoxicidad.

ABSTRACT

The study was developed in the UBPC "Cueto 11", in the county of Holguín, in a planted Vertisol of cane of sugar in time of cold, variety C90-469. Five treatments were evaluated (four with the herbicides Indaziflam SC 50, Mayoral LS 35 and Isoxaflutole GD 75) and an absolute witness or without application. For the evaluation of the treatments the species of present arvenses and their covering percentage were identified, as well as the fitotoxicidad grade to the cultivation and their economic effect. Significant differences were obtained among the treatments, I didn't seize among the evaluated herbicides and a slight fitotoxicidad was observed to the cultivation with the application of Isoxaflutole GD 75 to 0.20 kg have-1. The treatment with Mayoral LS 35 to 0.50 L have-1, it threw the lowest costs for hectare, for what their inclusion is recommended in the technology of arvenses control in the cane stump it plants, in the cultivation of the cane of sugar.

WORDS KEY: herbicides, arvenses, fitotoxicidad.

INTRODUCCIÓN

Es difícil garantizar el rendimiento y calidad de las producciones de un cultivo sin un control adecuado y programado de las malezas, su control se ha convertido en el principal desafío para los productores, debido a su competencia por los recursos necesarios luz, agua y nutrientes y la alelopatía que reduce el potencial de rendimiento de los cultivos con determinado interés económico (Guzmán y Alonso, 2001).
El control químico como los herbicidas, tienen acción letal para todas o determinadas malezas. Su uso está forzado por la disponibilidad de mano de obra y los costos de control. Requiere del uso de equipos y personal adiestrado para su aplicación, manejo y precauciones (Monroig, 2010).
En la mayoría de los casos los herbicidas constituyen el medio de control más económico y fiable (Labrada, 1997); es por ello que el presente trabajo se planteó como objetivo determinar la efectividad de dos herbicidas residuales en el control de plantas arvenses y la selectividad a la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Cueto 11", ubicada en el municipio Cueto, provincia Holguín; con la variedad C90-469, plantada en época de frío en suelo Vertisol. Se utilizó el diseño de Rumker (Zaprian, 1976) con cinco tratamientos distribuidos en tres réplicas: un testigo absoluto o sin aplicación y cuatro tratamientos herbicidas a base de los herbicidas: Indaziflam SC 50 a 0,20 y 0,30 L ha^{-1}, Mayoral LS 35 a 0,5 y 0,6 L ha^{-1} e Isoxaflutole GD 75 a 0,20 kg ha^{-1}, estándar (Tabla1).

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el estudio.

No	Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis
1	Testigo absoluto o sin aplicación	-	-
2	Isoxaflutole GD 75 (estándar)	Isoxaflutole	0,20 kg ha^{-1}
3	Indaziflam SC 50	Indaziflam	0,30 L ha^{-1}
4	Mayoral LS 35	(Imazapyr +Imazapic)	0,50 L ha^{-1}
5	Mayoral LS 35		0,60 L ha^{-1}

La aplicación se realizó en preemergencia de las arvenses y el cultivo con humedad moderada en el suelo, tres días después del tape y el retape de la caña de azúcar, con asperjadora integral Mañez Losano, con boom, ajustada con boquilla flood jet de color rojo y una solución final de 225 L ha^{-1}. La selectividad de los tratamientos herbicidas a la caña de azúcar se determinó a través de la escala de EWART descrita por Ciba Geigy (1981).

A los datos obtenidos en las evaluaciones se les realizó análisis de varianza de clasificación simple y valoración económica para determinar los mejores tratamientos, teniendo en cuenta el costo por hectárea por día limpio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de evaluación (75 días) existieron condiciones de humedad en el suelo, por lluvias (329.0 mm) favorables para la germinación y desarrollo de las malezas y el cultivo.
El análisis de varianza realizado a los porcentajes de cobertura de arvenses de los tratamientos evaluados (Tabla 2), arrojó diferencias altamente significativas entre los productos herbicidas y el testigo absoluto o sin aplicación, el que alcanzó en todo momento el mayor valor de infestación de arvenses. Entre los herbicidas no existió diferencias significativas, aunque se observó una cierta tendencia a un control ligeramente superior

en los tratamientos con Indaziflam SC 50 a 0,30 L ha^{-1} y Mayoral LS 35 a 0,6 L ha^{-1}, al mostrar los valores absolutos de cobertura de arvenses más bajos. El tratamiento estándar (Isoxaflutole GD 75 a 0,20 kg ha^{-1}) se comportó acorde a lo reportado por Díaz (2010). Los resultados alcanzados con los diferentes productos herbicidas indican la efectividad de los mismos en el control de las arvenses presentes en el área objeto de estudio.

Tabla 2. Porcentaje de cobertura de arvenses por tratamiento a los 30, 45, 60 y 75 dda.

Tratamientos	Dosis	Porcentaje de cobertura de arvenses			
		30 dda	45 dda	60 dda	75 dda
T. absoluto o sin aplicación	-	12 b	32 b	65 b	70 b
Isoxaflutole GD 75 (estándar)	0,20 kg ha^{-1}	0 a	9 a	15 a	23 a
Indaziflam SC 50	0,30 L ha^{-1}	0 a	8 a	12 a	19 a
Mayoral LS 35	0,50 L ha^{-1}	0 a	9 a	15 a	22 a
Mayoral LS 35	0,60 L ha^{-1}	0 a	8 a	12 a	20 a
CV			8.49		5.30

En la tabla 3 se muestra el porcentaje de cobertura de las diferentes especies arvenses a los 60 dda. Como se aprecia, los mayores valores lo aportan el Aguinaldo marrullero (*Ipomoea trífida*) y el bejuco culebra (*Rhynchosia minima*), dos dicotiledóneas reportadas por Rodríguez y Col. (2011) y Chao (2012) como tolerantes a estos tratamientos. Las arvenses monocotiledóneas zancaraña (*Rottboellia cochichinensis* (Lour) Clayton), súrbana (*Brachiaria fasciculata* (Sw.) Blake) y Jiribilla o camagüeyana (*Dichanthium* spp.) resultaron mejor controladas con los tratamientos aplicados. Tal comportamiento coincide con las recomendaciones de la firma comercializadora Bayer CropScience, basadas en que los compuestos Isoxaflutole GD 75 e *Indaziflam* SC 50 son productos preemergentes que inhiben la germinación de las malezas causando valores bajos de fitotoxicidad al cultivo y con lo reportado por Guerra (2012), que obtuvo un eficiente control en gramíneas anuales y perennes con el uso del herbicida Mayoral LS 35.

Tabla 3. Porcentaje de cobertura de diferentes especies arvenses a los 60 kg ha.

Tratamientos	Zancaraña	Jiribilla	Aguinaldo marrullero	Súrbana	Bejuco culebra	Lechosa
T. absoluto o sin aplicación	12	7	16	12	14	4
Isoxaflutole 0.20 kg ha^{-1}	2.5	1.5	4	1.5	4	1.5
Indaziflam 0.30 L ha^{-1}	2	1.5	3	1.5	2.5	1.5
Mayoral 0.50 L ha^{-1}	2.5	1.5	4	1.5	4	1.5
Mayoral 0.60 L ha^{-1}	2	1.5	3	1.5	2.5	1.5

Los resultados de fitotoxicidad (Tabla 4) mostraron que ninguno de los tratamientos herbicidas ocasionó afectaciones severas al cultivo como para ser considerados como de grado excluyente; únicamente en el tratamiento con Isoxaflutole GD 75 a 0.20 kg ha^{-1} el cultivo mostró ligeras afectaciones (grado 3), según la escala EWART, con posterior desaparecieron.

Tabla 4. Grado de fitotoxicidad en la caña de azúcar, variedad C90-469 a los 20 días de brotación.

Tratamientos	Dosis	Grado de fitotocixidad
Isoxaflutole GD 75	0.2 kg/ha	3
Indaziflam SC 50	0.3 L ha-1	2
Mayoral LS 35	0.5 L ha-1	2
Mayoral LS 35	0.6 L ha-1	2

El análisis económico (Tabla 5) mostró que los mayores costos por hectárea por días limpios se encuentran cuando se realizaron tratamientos con Indaziflam SC 50 a 0.30 L ha^{-1}, seguido de Mayoral LS 35 a 0.60 L ha^{-1}, el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de Mayoral LS 35 a 0.50 L ha^{-1}.

Tabla 5. Valoración económica de los tratamientos.

Productos	**Dosis (L o kg ha^{-1})**	**Precio* (L o kg ha^{-1})**	**Costo ($/ha)**	**Días limpios**	**Costo/ha/día limpio ($/ha)**
Isoxaflutole GD 75	0.2	149.27	29.85	75	0.40
Indaziflam SC 50	0.3	174.3	52.29	75	0.70
Mayoral LS 35	0.5	51.22	28.51	75	0.38
Mayoral LS 35	0.6	51.22	34.22	75	0.46

CONCLUSIONES

1. Se reportó un control similar de las especies de arvenses por parte de los diferentes productos herbicidas evaluados.
2. Las arvenses dicotiledóneas mostraron una cierta tolerancia a todos los tratamientos herbicidas.
3. El tratamiento con Mayoral LS 35 a 0.50 **L** ha^{-1}resultó ser el más económico.
4. Los tratamientos evaluados mostraron alta selectividad a la caña de azúcar, variedad C90-469.

REFERENCIAS

1. Guzmán, G. I. y Alonso, A.M. 2001. Manejo de malezas (flora espontánea) en agricultura ecológica. Hoja divulgativa 4.6/01. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
2. Monroig, M.F. (S/F). Control integrado de malezas en el cafetal. http://academic.uprm.edu/mmonroig/id64.htm. Consultado el 2 de diciembre de 2010.
3. Labrada, R. 1997. Problemas relacionados con el desarrollo del manejo de malezas en el mundo en desarrollo. En: Consulta de Expertos en Ecología y Manejo de Malezas. FAO, Roma. Versión pdf.
4. Zaprian, I. Experimentación agricola. 1era ed., La Habana: Editorial Cientifico Técnica, 1976, p 98.
5. Ciba Geigy. 1981. Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p
6. Díaz, J. C. 2010. Control Integral De Malezas en Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. X Edición. 143 p.
7. Rodríguez L., Zayaz E. P., Hernández F. H. Alión Folleto. (2011)
8. Chao, R. Informe sobre resultados de la evaluación de los lotes control de Isoxaflutol (Isoxaflutole GD 75) durante 3 cosechas en la provincia Cienfuegos. 2012.
9. Guerra, E. 2012. Eficacia de los herbicidas (*imazapic +imazapyr*) isoxaflutol y Hexaron en preemergencia de las arvenses y de la caña de azúcar, plantada en época de frío**.**

COMUNIDAD DE ARVENSES COMO HOSPEDANTES DE BIORREGULADORES EN UNA PLANTACIÓN DE LIMA 'PERSA' EN LA ISLA DE LA JUVENTUD

WEEDS COMMUNITY AS BIOCONTROL HOST IN 'PERSA' LIME PLANTATION OF THE YOUTH'S ISLAND

Estévez, I. H*, Castellón, V.M *, García, M.

Grupo de Difusión Tecnológica. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Carretera Columbia km 1 ½, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba.
*e-mail: epplagas@gdif.iju.minag.cu

RESUMEN

En las plantaciones de cítricos de la Isla de la Juventud existe una comunidad de arvenses, que reviste gran interés, no sólo por los daños económicos que ocasionan, sino también porque pueden ser manipuladas para promover el control biológico al proveer entre otros aspectos recursos alimenticios parasitoides y depredadores. Fue objetivo del presente trabajo determinar la comunidad de arvenses como hospedantes potenciales de biorreguladores en una plantación de lima 'Persa' en la Isla de la Juventud. Se seleccionó un campo de tres años de edad, y se escogieron 20 puntos de observación en doble diagonal cruzada, en cada uno se colocó un marco de 1 m^2 y se cuantificó el número de individuos por especie empleando el método visual. Se calculó la frecuencia relativa de cada arvense y se clasificaron atendiendo a este indicador. Se determinaron 17 especies agrupadas en nueve familias botánicas, resultando la más frecuente Asteraceae.

PALABRAS CLAVE: lima 'Persa', arvenses, hospedantes, biorreguladores

ABSTRACT

In the citrus plantations of the Youth's Island a weeds community exists that had great interest, not only for the economic damages that cause, but also because they can be manipulated to promote the biological control when providing between other aspects resources nutritious for parasitoids and predators. It was objective of the present work to determine the weeds community like potential host of biocontrol in a 'Persian' lime plantation in the Youth's Island. A three year-old field was selected, and 20 observation points were chosen in double crossed diagonal, in each one a mark of 1 m^2 was placed and the number of individuals was quantified by species using the visual method. The relative frequency of each weed was calculated and they were classified assisting to this indicator. 17 species were determined contained in nine botanical families, being the most frequent Asteraceae**.**

KEY WORDS: 'Persian' lime, weeds, host, biocontrol

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la comunidad de arvenses presentes en los cultivos agrícolas, reviste gran interés, no sólo por los daños económicos que ocasionan dada su interferencia, sino también porque constituyen sitios alternativos para la reproducción, el refugio y la obtención de recursos alimenticios, como polen o néctar para parasitoides y depredadores.

En las plantaciones de cítricos de la Isla de la Juventud se han realizado diversos estudios encaminados al manejo de la comunidad de arvenses asociadas a este cultivo, sin embargo, son escasos los referentes a la manipulación de esta comunidad para promover el incremento del control biológico en el agroecosistema.

Altieri (2008) señaló que un nivel aceptado de malezas en los alrededores o dentro de los campos puede desempeñar un papel ecológicamente significativo en el control biológico de plagas y que la estimulación

selectiva de algunas arvenses puede generar beneficios en el control de ciertas plagas, el refugio de la vida silvestre y el aumento de la biodiversidad). Fue objetivo del presente trabajo determinar la comunidad de arvenses como hospedantes potenciales de biorreguladores en una plantación de lima 'Persa' en la Isla de la Juventud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó un campo de lima 'Persa' injertado sobre patrón *Citrus macrophylla* Webster (3,9 ha) de tres años de edad, plantado a 4m x 7m sobre un suelo Ferralítico-cuarcítico-rojizo-lixiviado (Hernández *et al*., 2006) e intercalado con guayaba 'Enana Roja' (*Psidium guajaba* L.), localizado en la Empresa Agrícola "Jesús Montané Oropesa" de la Isla de la Juventud. Se escogieron 20 puntos ubicados en diagonal cruzada y se colocó un marco (1 m^2) para el registro de las especies presentes. Del total de arvenses presentes, se tomaron aquellas con flores y capacidades nectaríferas, que se clasificaron por la forma de reproducción y el ciclo de vida. Para la identificación se consultó el Manual de Malezas de la Caña de Azúcar (Rodríguez *et al*., 1985) y la web Algunas malezas de Costa Rica y Mesoamérica (IFAS, 2011).

Con los datos obtenidos se conformó el Registro de enmalezamiento y se calculó la frecuencia relativa (FR), según la fórmula descrita por Mederos (2006): FR= A/B x 100, donde A: número de muestras donde aparece la especie, B: número total de muestras tomadas. Teniendo en cuenta el resultado de la frecuencia relativa, se clasificaron (Castellón *et al*., 2011) en: Accidentales: hasta un 25% de aparición; Poco frecuentes: entre 26% a 49 % de aparición; Medianamente frecuentes: entre 50% y 74% de aparición y Muy frecuente: más de 75% de aparición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron 17 especies de arvenses con potencialidades asociadas a las plantas de lima 'Persa', incluidas en nueve familias botánicas (tabla I), destacándose la familia Asteraceae con cinco especies. Similares resultados acerca de la abundancia de esta familia informaron López *et al*. (2011) en México y Gámez *et al*. (2014) en Venezuela. El ciclo de vida (anual y perenne) y la reproducción sexual de estas especies garantiza la producción de semillas de manera continua, con la consecuente permanencia de plantas en el campo evaluado.

Tabla I. Comunidad de Arvenses asociadas a una plantación de lima 'Persa' (Citrus latifolia Tan.) en la Isla de la Juventud.

No.	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Ciclo de vida**	**Forma de propagación**
1	Asteraceae	*Ageratum conyzoidez* L	Celestina azul	anual	sexual
2		*Bidens pilosa* L.	Romerillo	anual	sexual
3		*Emilia sonchifolia* (L.) D.C.	Clavel chino	anual	sexual
4		*Parthenium hysterophorus L*	Escoba amarga	anual	sexual
5		*Vernonia cinerea* (L.) Less.	Machadita	anual	sexual
6	Convolvulaceae	*Ipomea tiliaceae* (Willd.) Choisy	Marrullero	anual	sexual
7	Cruciferae	*Lepidium virginicum* L.	Mastuerzo	anual	sexual

8	Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla* L.	Hierba lechera	anual	sexual
9		*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.	Hierba de la niña	anual	sexual
10		*Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small	Hierba lechera	anual	sexual
11	Malvaceae	*Sida acuta* Burm. f.	Malva de caballo	perenne	sexual
12		*Urena lobata L.*	Malva blanca	anual	sexual
13	Mimosaceae	*Mimosa pudica* L.	Dormidera	perenne	sexual
14	Rubiaceae	*Borreria laevis* (Lam.). Griseb	Garro morado	anual	sexual
15	Portulacaceae	*Portulaca oleraceae* L.	Verdolaga	anual	sexual
16	Verbenaceae	*Lantana camara* L.	Lantana	perenne	sexual
17		*Bouchea prismatica* (L.) Kuntze	Verbena	anual	sexual

Como se muestra en la tabla II, las arvenses de mayor frecuencia relativa fueron *Ageratum conyzoidez* L, *Bidens pilosa* L. y *Emilia sonchifolia* (L.) D.C., com valores superiores a 75%, mientras que *Mimosa pudica* L.*y Sida acuta* Burm. f. resultaron medianamente frecuentes.

Tabla II. Clasificación de las arvenses atendiendo a la frecuencia relativa.

No.	Nombre científico	FR (%)	Clasificación
1	*Ageratum conyzoidez* L	95	Muy frecuente
2	*Bidens pilosa* L.	90	Muy frecuente
3	*Emilia sonchifolia* (L.) D.C.	80	Muy frecuente
4	*Mimosa pudica* L.	70	Medianamente frecuente
5	*Sida acuta* Burm. f.	52	Medianamente frecuente
6	Vernonia *cinerea* (L.) Less.	30	Poco frecuente
7	*Euphorbia heterophylla* L.	30	Poco frecuente
8	*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.	25	Poco frecuente
9	*Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small	20	Poco frecuente
10	*Portulaca oleraceae* L.	26	Poco frecuente
11	*Urena lobata* L.	15	Accidental
12	*Borreria laevis* (Lam.). Griseb	15	Accidental
13	*Parthenium hysterophorus* L.	5	Accidental
14	*Ipomea tiliaceae* (Willd.) Choisy	5	Accidental
15	*Lepidium virginicum* L.	5	Accidental
16	*Lantana camara* L.	5	Accidental
17	*Bouchea prismatica* (L.) Kuntze	5	Accidental

En plantaciones comerciales de toronjo (*Citrus paradisi* Macfd.) de 25 años, se encontraron a *B. pilosa, E. senchifolia, M. pudica, S. carpinifolia y U. lobata,* como las de mayor distribución (Estévez, y Betancourt 2007), que demuestra la asociación de dichas especies al cultivo de los cítricos en este territorio. Las arvenses se observaron formando corredores naturales en las calles del campo de lima 'Persa', donde se destacaron las más frecuentes (figura 1), que por su tamaño y arquitectura pudieran ser empleadas como reservorios alimenticios para el manejo biológico de plagas claves en los cítricos. Este resultado es de

interés, porque las plantas sólo tienen tres años y prácticamente las calles están cubiertas con las diversas especies arvenses, sin que afectan a las hileras donde crecen las plantas de lima. Es de destacar que se detectó la presencia de *Cicloneda sanguínea limbifer Casey* y *Psyllobora nana* L. (Coccinellidae) sobre *P. hysterophorus, U. lobata y S.acuta.*

Figura 1. Corredores naturales de arvenses en las calles del campo de lima 'Persa' en la Isla de la Juventud. Foto tomada por los autores.

El empleo de corredores de plantas con flores entre las hileras de cultivos favorece la atracción de insectos benéficos para la regulación de fitófagos, entre los que se destacan los depredadores, que aunque se alimentan de presas a lo largo de su vida, pueden mostrar mayores tasas de crecimiento, longevidad y fecundidad si su dieta se complementa con recursos vegetales (Fiedler y Landis, 2007; Quispe,*et al*, 2014) .

CONCLUSIONES

En la lima 'Persa' existe una comunidad de arvenses que constituyen hospedantes potenciales de biorreguladores para el manejo biológico de plagas en la Isla de la Juventud.

REFERENCIAS

1. Altieri, M. Manipulating vineyard biodiversity for improved insect pest management: case studies from northern California. 2008. Conference. Consultado en http:// www.agroeco.org.
2. Hernández, A., *et al*. Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR, 2006. Instituto de Suelos. La Habana. 64 pp.
3. IFAS. Algunas malezas de Costa Rica y Mesoamérica. Catálogo de terrestres, parásitas y acuáticas. Universidad de La Florida. 2011. http:// internacional_extension.ifas.ufl.edu.
4. Mederos, D. Las malezas en los cultivos agrícolas. Conferencia. Diplomado"Malezas en cultivos agrícolas". 2006. Universidad "Jesús Montané Oropesa". Isla de la Juventud. 10pp.
5. Castellón Estévez, V.M. *et al*. Comunidad de arvenses asociadas al naranjo Valencia Late (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) en una plantación de la Isla de la Juventud. *Citrifrut*. 2011. Vol 28, No. 2, pág 7-11.
6. López, R. *et al*. Abundancia de *Diaphorina citri* y entomófagos asociados en huertos citrícolascon diferentes sistemas de manejo de arvenses. Segundo Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 2011. pág.177-187.
7. Gámez, A. *et al*. Flora arvense asociada a un agroecosistema en la comunidad de Santa Rosa de Ceiba Mocha en el estado Guárico. *Biagro.* 2014. Vol 26, No 3, pág 177-182.
8. Estévez, I, H., Betancourt, M. Comunidad de la Vegetación Segetal y hospederos de especies de áfidos en el toronjo (*Citrus paradisi* Macfd) en la Isla de la Juventud. *Citrifrut* 2007. Vol 24, No 1, pág 31-35.
9. Fiedler, A; Landis, D. 2007. Attractiveness of Michigan native plants to arthropod natural enemies and herbivores. *Environmental Entomology* 36 (4):751-765.
10. Quispe, R.; *et al.* Entomofauna benéfica asociada a malezas adyacentes al cultivo de la quinua (*Chenopodiumquinoa*Willd.) en el altiplano central de Bolivia. 2014. http://www.proinpa.org/

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD Y LA SELECTIVIDAD DEL BUTIRON LS 50 APLICADO EN PREEMERGENCIA PARA EL CONTROL DE ARVENSES EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), UEB "URUGUAY", CUBA

EVALUATION OF EFFECTIVENES AND SELECTIVITY OF BUTIRON LS 50 APPLIED FOR IN PREEMERGENCY FOR THE CONTROL OF ARVENSES IN SUGARCANE WAS (*Saccharum spp.)* "URUGUAY UEB", CUBA

Fernández, C.[1]*; Reina O.[2]; Francisco V[3]; Amor J. C.[4]; Oliva L.M.[1]
[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.
[2]Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Ciego Caballo", [3]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) Sancti Spíritus, [4]Adama Agricultural Solution.
*e-mail ciro@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad del Butiron (*Tebuthiuron* LS 50) en el control preemergente de arvenses y la selectividad a la caña de azúcar, se realizó una extensión en áreas de la UEB "Uruguay" en Sancti Spíritus, Cuba. Se evaluaron tres tratamientos herbicidas y un testigo absoluto o sin aplicación. Se concluyó que Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} solo y la mezcla en tanque de Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1} aplicado en preemergencia total bajo condiciones de humedad moderada en el suelo mostró buena efectividad en el control de las arvenses gramíneas: *Dichanthium annulatum, Leptochloa filiforme* y *Braquiaria fasciculata* y las hojas anchas: *Croton lobatus, Chamaecyse hyssopifolia* y *Rhynchosia minima*, superior al realizado por el estándar (S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}), unido a elevada selectividad a la caña de azúcar, cultivar C90-469.
P**alabras clave:** Tebuthiuron, arvenses, toxicidad, caña de azúcar.

ABSTRACT

This paper show results obtained during determination Butiron's effectiveness (*Tebuthiuron* LS 50) in the preemerging control of the arvenses and the selectivity for sugar cane, an extensive proof was developed in the "Uruguay" UEB at province Sancti Spíritus, Cuba. Three were the treatment of herbicide proven and a control without treatment. The conclusion once was obtained than the Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} and at mixture in tank of Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1} applied at total preemergency under conditions of discrete humidity showed an effectiveness in the control of the graminaceous in the ground: *Dichanthium annulatum, Leptochloa filiforme and Braquiaria fasciculata* and broad sheets: Croton lobatus, *Chamaecyse hyssopifolia and Rhynchosia minimums* higher that the result obtained with S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, standard, adtion at height index sugarcane plants selectivity, variety *C90-469.*
KEY WORDS: tebuthiuron, arvenses, herbicide, toxicity, sugarcane.

INTRODUCCIÓN

Las arvenses constituyen en Cuba, la segunda causa de afectación de los rendimientos agrícolas (1), el principal daño está en la interferencia temprana que ejercen éstas al momento de la germinación de la caña de azúcar y en los dos meses subsiguientes. Estas pueden ocasionar pérdidas de hasta 1 t de azúcar ha^{-1} por cada 15 días de competencia, de ahí la importancia de lograr un control eficiente. En este sentido, los herbicidas han representado la solución indispensable para el desyerbe de la caña de azúcar en Cuba y en la

mayoría de los países cañeros, debido al encarecimiento de la mano de obra y la explosiva germinación de las arvenses durante el período lluvioso, en el cual el cultivo mecanizado y la limpia manual resultan poco efectivos.
Tebuthiuron, según la Weed Science Society of America (2), presenta una presión de vapor de 0,27 mPa a 25 ºC, es un producto muy estable a la luz ultra violeta, y también estable en soluciones con pH en un rango de 5,7 - 9 a 20 ºC. Es un herbicida soluble en agua 2 300 ppm. Su mecanismo de acción es la inhibición de la fotosíntesis, y es absorbido por la planta vía radical más que foliar, con una rápida traslocación dentro de la planta, de larga residualidad en el suelo y selectivo para caña de azúcar.
El objetivo de la extensión fue determinar la eficacia biológica del Butiron LS 50 (*Tebuthiuron*) en el control preemergente de arvenses mono y dicotiledóneas anuales y perennes, así como su selectividad a la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La extensión se realizó en áreas de la Unidad Empresarial de Base (UEB) "Uruguay", municipio Jatibonico, provincia Sancti Spíritus, en suelo Vertisol (3), plantado de caña de azúcar, cultivar C90-469, cepa Frío/2015.
La investigación se realizó en áreas de producción en un campo de 7,80 ha y se extendió del 22 de noviembre de 2015, fecha de aplicación de los tratamientos herbicidas (7 días después de la plantación) hasta el 21 de enero del 2016 fecha de la última evaluación.
La aplicación se realizó en preemergencia de las arvenses y el cultivo, con mochilas Matabi de 16 litros de capacidad, ajustadas con boquillas floodjet de color gris (DT 3.0), cubriendo una franja de 1,60 metros de ancho. El volumen de aplicación fue de 216,00 L ha^{-1}.
Se realizaron evaluaciones a los 30 y 60 días después de la aplicación (dda), donde se evaluó el efecto preemergente de los tratamientos herbicidas en el control de arvenses a través de observación visual del porcentaje de cobertura de estas (4) y para determinar la fitotoxicidad a la caña de azúcar, se utilizó la escala EWRS de 9 grados (5).
Se utilizó el diseño de Rumker (6) con cuatro tratamientos y tres réplicas. El área de cada parcela fue de 0,65 ha para un área total de 7,80 ha.
En el momento de la aplicación de los herbicidas la humedad en el suelo fue moderada, por lluvias, lo cual es atípico para el periodo noviembre-abril en dicha localidad (Tabla I).

Tabla I. Precipitaciones registradas en el periodo de evaluación.

Mes	Precipitaciones (mm)
Noviembre de 2015	62,10
Diciembre de 2015	20,00
Enero de 2016	71,30
Total	153,40

Se evaluaron tres tratamientos herbicidas y un testigo absoluto o sin aplicación, los cuales se describen a continuación:

Tabla II. Tratamientos evaluados en la extensión del Butiron LS 50 solo y en mezcla con Ametrex GD 80.

No,	**Tratamiento**	**Dosis (L o kg ha^{-1}) de pc***
1	Testigo absoluto o sin aplicación	-
2	*S-metolaclor* CE 96 + Ametrex GD 80 (estándar)	1,50 + 1,50
3	Butiron LS 50 + Ametrex GD 80	2,00 + 1,50
4	Butiron LS 50	2,50

pc*: dosis de los tratamientos herbicidas expresadas en producto comercial.

En la Tabla III se relacionan las arvenses que se presentaron en el área objeto de estudio.

Tabla III. Arvenses presentes en el área donde se realizó la investigación, UEB "Uruguay", noviembre-abril de 2016.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Monocotiledóneas		**Dicotiledóneas**	
Pitilla o camagüeyana	*Dichantium annulatum*	Frailecillo cimarrón	*Croton lobatus*
Plumilla	*Leptochloa filiforme*	Lechera	*Chamaecyse hyssopifolia*
Súrbana	*Braquiaria fasciculata*	Bejuco culebra	*Rhynchosia minima*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 30 días después de la aplicación (dda) Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} y la mezcla en tanque de Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1} mostraron un control total de arvenses (0% de cobertura), similar control que el realizado por el estándar S-metolaclor SC 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, mientras que en las parcelas del testigo absoluto o sin aplicación se observaron algunas plántulas de *Croton lobatus* y *Leptochloa filiforme,* con un porcentaje de cobertura de 2,25% (Tabla IV).

Tabla IV. Porcentaje de cobertura de arvenses, total y por especie a los 30 dda.

Tratamiento	Total	Dican	Crolo	Chahy	Lepfi	Rynmi	Brafa
Testigo absoluto o sin aplicación	2,25	0,00	2,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S-metolaclor 1,50 + Ametrex 1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Butiron 2,00 + Ametrex 1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Butiron 2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dican: *Dichanthium annulatum***, Crolo:** *Croton lobatus***, Chahy:** *Chamaecyse hyssopifolia***, Lepfi:** *Leptochloa filiforme***, Rynmi:** *Rhynchosia minima* y **Brafa:** *Braquiaria fasciculata.*

En la evaluación realizado a los 60 dda se mantuvo el buen control de arvenses realizado por Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} y la mezcla en tanque del Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, el cual resultó superior (menor porcentaje de cobertura de arvenses) al realizado por S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, estándar (Tabla V), Para dicha fecha, en las parcelas del testigo absoluto o sin aplicación existía un porcentaje de cobertura de arvenses de 60,00%.

Resultados similares fueron obtenidos en México con la evaluación del Tebuthiuron solo y en mezclas con triazinas y diurón, donde el Tebuthiuron a la dosis de 3,00 L ha^{-1} mostró el mayor control de Zacate Indio (*Rottboellia cochinchinensis*), superando al resto de las mezclas (7).

Tabla V. Porcentaje de cobertura de arvenses, total y por especie a los a 60 dda.

Tratamiento	Total	Dican	Crolo	Chahy	Lepfi	Rynmi	Brafa
Testigo absoluto o sin aplicación	60,00	25,00	20,00	5,00	5,00	3,00	2,00
S-metolaclor 1,50 + Ametrex 1,50	10,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00
Butiron 2,00 + Ametrex 1,50	2,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,50
Butiron 2,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Dican: *Dichanthium annulatum***, Crolo:** *Croton lobatus***, Chahy:** *Chamaecyse hyssopifolia***, Lepfi:** *Leptochloa filiforme***, Rynmi:** *Rhynchosia minima* y **Brafa:** *Braquiaria fasciculata,*

Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} y la mezcla en tanque del Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1} mostraron menor porcentaje de cobertura (mejor control) de arvenses gramíneas: *Dichanthium annulatum* y *Braquiaria fasciculata* que el tratamiento de S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD

80 a 1,50 kg ha^{-1}, estándar, mientras que para *Leptochloa filiforme*, el control fue total con todos los tratamientos herbicidas (Tabla V).

Las arvenses de hojas anchas (*Croton lobatus***,** Chamaecyse hyssopifolia y *Rhynchosia minima*) resultaron mejor controladas (menor porcentaje de cobertura) con Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1}, así como con la mezcla en tanque del Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, mientras que el tratamiento estándar (S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}), resultó menos efectivo en el control de dichas especies.

Selectividad de los tratamientos herbicidas a la Caña de Azúcar

Butiron LS 50 aplicado en preemergencia total a 2,50 L ha^{-1}, así como la mezcla en tanque de éste con Ametrex GD 80 (Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}) no provocaron daños fitotóxicos a la caña de azúcar, cultivar C90-469 (Tabla VI), similar selectividad que S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}, estándar.

Tabla VI. Grados de fitotoxicidad provocados por los tratamientos herbicidas en el follaje de la caña de azúcar, cultivar C90-469 a los 30 y 60 dda.

Tratamientos	Grado fito caña*	
	30 dda	60 dda
Testigo absoluto o sin aplicación	1	1
S-metolaclor CE 96 a 1,50 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}	1	1
Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1}	1	1
Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1}	1	1

***Grado fito caña:** grados de fitotoxicidad en la caña de azúcar: Grado 1: ningún síntoma, como el testigo absoluto o sin aplicación.

CONCLUSIÓN

Butiron LS 50 a 2,50 L ha^{-1} y la mezcla en tanque del Butiron LS 50 a 2,00 L ha^{-1} + Ametrex GD 80 a 1,50 kg ha^{-1} aplicados en preemergencia total en suelo Vertisuelo con humedad moderada, realiza un control efectivo de arvenses hasta los 60 dda que incluyó las gramíneas: *Dichanthium annulatum*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Leptochloa filiforme* y las dicotiledóneas u hojas anchas: *Ipomoea trífida*, *Euphorbia heterophylla* y *Rhynchosia minima***,** unido a elevada selectividad a la caña de azúcar, cultivar C90-469.

REFERENCIAS

1. Álvarez, A. Las malas hierbas nos reducirán la zafra 2003-2004 en 641 225 toneladas de azúcar como mínimo: 10,2 millones de dólares menos de ingresos en el valor de la caña, Memorias del III Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Malesas. C. Habana. 2004. Vol. 2. P 162.
2. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide Handbook. Ninth Edition, 2007. 458p.
3. Hernández, A, Pérez, J.M., Bosch, D. y Rivero L. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos. Instituto de Suelos: AGROINFOR, Ciudad de la Habana, 1999. 64 p.
4. Fischer, F. Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. Rev. Agric., 1975, 8(1): 70-80.
5. Ciba Geigy (1981). Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p.
6. Zaprian, I. Experimentación agricola. 1era ed., La Habana: Editorial Cientifico Técnica, 1976, p 98.
7. Esqueda, V.E. Efecto de herbicidas sobre plantas y semillas de *Rottboellia cochinchinensis*. (Lour.) W. Claiton, en caña de azúcar. Agronomía Mesoamericana, 2005. 16(1): 45-50.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

RESISTENCIA MULTIPLE A GLIFOSATO Y OXIFLUORFEN EN *Lolium rigidum* PROCEDENTE DE ESPAÑA

MULTIPLE-RESISTANCE OF GLYPHOSATE AND OXYFLUORFEN *Lolium rigidum* FROM SPAIN

Fernández, P.T.*[1], Roldan, R. [1]; García, A.J. [1]; Khalil, B. [2]; Bracamonte, E. [3]; De Prado, R[1].

[1] Universidad Nacional de Córdoba, Argentina Departamento de Química Agrícola y Edafología. Edificio C-3, Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, España.
[2] Universidad de Mohaghegh Ardabili, Iran
[3]Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
* pablotomas91@hotmail.es

RESUMEN

España es el país que lidera el mercado del aceite de oliva mundialmente. En este cultivo ha sido aplicado glifosato para el control de las malas hierbas de forma inconscientemente, repetida, y sin alternar con otros herbicidas durante muchos años. Esta gestión de cultivos ha provocado inevitablemente la aparición de especies resistentes a glifosato. Para complementar las alternativas químicas a la pérdida de eficacia del glifosato, el uso de oxifluorfen en pre-emergencia y/o post-emergencia temprana aumentó significativamente. En la actualidad, el uso de oxifluorfen para controlar especies de malas hierbas resistentes a glifosato se ha mantenido bajo ninguna rotación química durante al menos de 5-8 años, y como era de esperar la eficacia de este herbicida ha disminuido, desarrollándose casos de resistencia múltiple. Los resultados de dosis-respuesta fueron superiores a las dosis recomendadas de campo para ambos herbicidas, concluyendo la existencia de múltiple resistencia de *L. rigidum* a glifosato y oxifluorfen.
PALABRAS CLAVE: *Lolium rigidum*, glifosato, oxifluorfen, resistencia múltiple.

ABSTRACT

Spain is the leading country in olive oil market worldwide. In this crop, glyphosate has been applied for weed control unconsciously, repeated, and without any change to other herbicides for many years. This management strategy has inevitably led to emergence of glyphosate-resistant weeds. To complement the chemical alternatives, the oxyfluorfen applied at pre-emergence and/or early post-emergence stage growth increased significantly. To date, the use of oxyfluorfen to control glyphosate-resistant weeds has been under no chemical rotation for at least 5-8 years, and as we expected, the efficacy of this herbicide was declined, exhibiting multiple-resistance. The dose-response results were higher than the label dose recommended for both herbicides, concluding the existence of multiple-resistant *L. rigidum* to glyphosate and oxyfluorfen.
KEY WORDS: *Lolium rigidum*, glyphosate, oxyfluorfen, multiple-resistance.

INTRODUCCIÓN

España es el país que lidera el mercado del aceite de oliva mundialmente, con más de 2.5 millones de hectáreas dedicadas a este cultivo. Además, posee más de 90 mil hectáreas de viña, y 2 millones de hectáreas de trigo, entre otros muchos importantes cultivos (FAO, 2014). En todos estos cultivos han sido aplicados herbicidas para el control de malas hierbas de forma inconscientemente, repetida, y sin alternar con otros herbicidas durante muchos años (Fernandez et al. 2016). El glifosato ha sido durante décadas uno de los herbicidas líderes del mercado, utilizado tanto en cultivos perennes como anuales. En gran parte del Mediterráneo, el uso generalizado de cubiertas vegetales para reducir la erosión del suelo en cultivos

perennes ha conllevado a que los agricultores usaran altas dosis de glifosato para el control de malas hierbas (Fernandez-Moreno et al. 2016). Esta gestión de cultivos ha provocado inevitablemente la aparición de especies resistentes a glifosato, incluyendo las del genero *Lolium* spp., como *L. perenne* en Portugal, *L. multiflorum* en España, *y L. rigidum* en Francia y España. Además, de las altas dosis se debe atribuir las aplicaciones repetidas durante más de 15 años. Para complementar las alternativas químicas a la pérdida de eficacia del glifosato en estos sistemas de cultivo, el uso de oxifluorfen en pre-emergencia y/o post-emergencia temprana aumentó significativamente el control. Actualmente, el uso de oxifluorfen para controlar especies de malas hierbas resistentes a glifosato no se ha mantenido bajo rotación química durante 5-8 años, y como resultado, la eficacia de este herbicida ha disminuido, produciéndose casos de resistencia múltiple.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

En 2015, semillas de *L. rigidum* procedentes de un campo de olivar en España fueron recolectadas. Este campo había sido tratado durante 15 años con glifosato a dosis superiores a las dosis de campo (1800 g ae ha^{-1} (Roundup®, 360 g ae L^{-1}, como sal isopropilamina). Después de sucesivos años de tratamientos con glifosato, se comenzó a utilizar oxifluorfen (Goal®, 240 g ai ha^{-1}) como alternativa química. Este campo ha estado expuesto a 15 años con aplicaciones de glifosato, y durante los últimos 7 años a oxifluorfen. Este biotipo de *L. rigidum* fue considerado como resistente (R) a ambos herbicidas. Para determinar el nivel de resistencia, fueron recolectadas semillas de un campo próximo a éste, el cual nunca había estado expuesto a ningún tratamiento herbicida y fue considerado como susceptible (S).

Todas las semillas fueron germinadas en placas Petri con papel de filtro y agua destilada, y colocadas en cámara de crecimiento a 28/18 ºC (día/ noche) bajo un fotoperiodo de 16 h, 850 µmol m^{-2} s^{-1} flujo fotosintético, y 80 % de humedad relativa. Las plántulas de los biotipos R y S fueron trasplantadas a macetas que contenían tierra/ turba en relación 1:1 y colocadas en invernadero.

Ensayos dosis-respuesta

Los tratamientos de glifosato y oxifluorfen fueron realizados en los estados fenológicos de 4-5 y 2 hojas, respectivamente. Los herbicidas fueron aplicados con una cámara de pulverización de laboratorio (DeVries Manufacturing, Hollandale, MN) equipada con boquillas de abanico plano TeeJet 8002 (Spraying systems Co., Wheaton, IL) con un volumen de 200 L ha^{-1}, 200 KPa y a una altura de 50 cm. Las concentraciones de glifosato (Roundup Energy® SL, 450 g ae L^{-1} como sal isopropilamina, Monsanto) fueron desde 0 a 10000 g ae ha^{-1}. Las concentraciones de oxifluorfen (Goal® SL, 240 g ai L^{-1}, Dow AgroSciences) fueron desde 0 a 7680 g ai ha^{-1}. Después, las plantas fueron depositadas en el invernadero durante 21 días. Transcurrido ese tiempo, las plantas de ambos biotipos R y S fueron cortadas a nivel de suelo (sin raíz) con el fin de determinar la dosis de herbicida requerida para reducir el peso fresco (GR_{50}) y mortalidad (LD_{50}) al 50% con respecto al control no tratado. El experimento fue dispuesto con 10 repeticiones por concentración, y repetido tres veces. Los datos fueron sujetos a un análisis de regresión no lineal usando una ecuación log-logistic de tres paramentos (Ecuación 1). El análisis de regresión fue llevado a cabo usando el programa estadístico R 3.2.4. con el paquete *drc* (Ritz et al. 2015).

$y = ([(d) / 1+ (x/g)^b])$ (Ecuación 1),

Donde *y* es la reducción del peso fresco o mortalidad expresada como porcentaje respecto al control no tratado, *d* es el coeficiente correspondiente a la asíntota superior, *b* es la pendiente de la curva, *g* es la dosis de herbicida en el punto de inflexión medio (GR_{50}, LD_{50}), y *x* es la dosis de herbicida (variable independiente). El factor de resistencia (FR) fue calculado como $GR_{50}(R)/GR_{50}(S)$ ó $LD_{50}(R)/LD_{50}(S)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se observan en la Figura 1. El biotipo R obtuvo un LD_{50} de 4334.51 g ae ha^{-1} (12 L ha^{-1}, Roundup®, 360 g ae L^{-1}), y 3591.30 g ai ha^{-1} (15 L ha^{-1}, Goal®, 240 g ai L^{-1}), para los herbicidas

glifosato y oxifluorfen, respectivamente. Estos valores determinaron que el biotipo R obtuvo unos FR de 21.54 y 27.69 veces más resistente con respecto al biotipo S para glifosato y oxifluorfen, respectivamente. Los valores de GR_{50} para el biotipo R fueron de 881.37 g ae ha^{-1}, y 1042.84 g ai ha^{-1} para los herbicidas glifosato y oxifluorfen, respectivamente. Los resultados de LD_{50} fueron superiores a las dosis recomendadas de campo para ambos herbicidas, concluyendo la existencia de múltiple resistencia de *L. rigidum* a glifosato y oxifluorfen

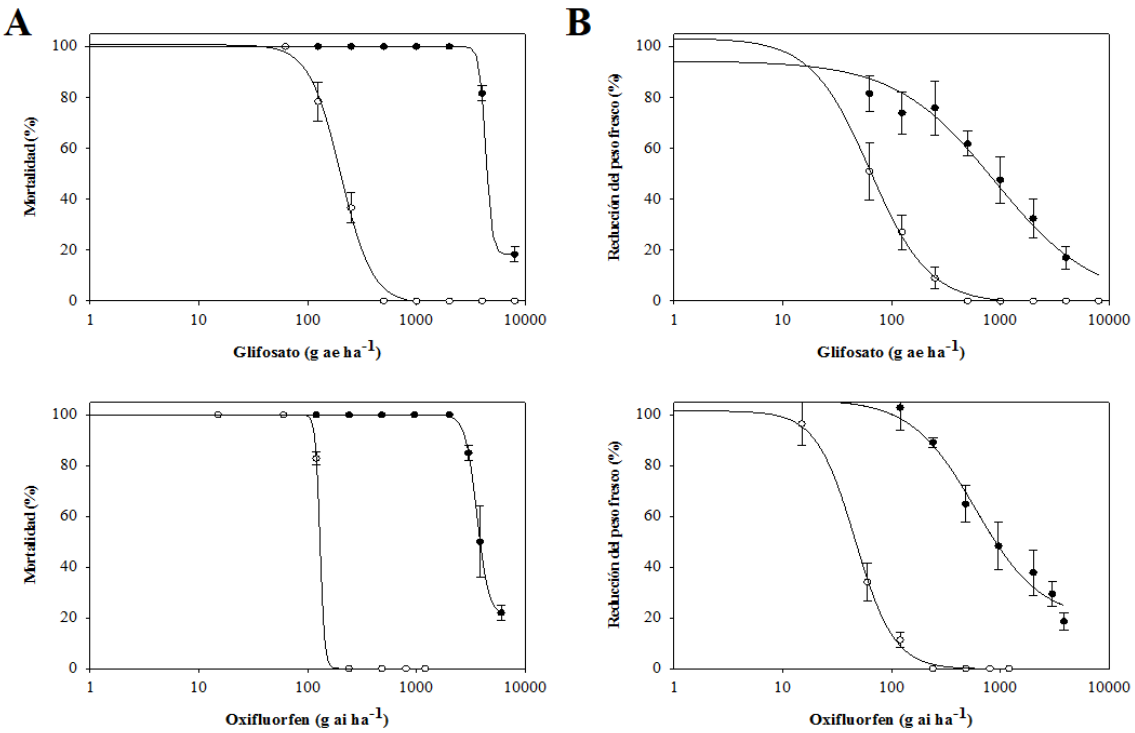


Figura 1. Dosis-respuesta a glifosato y oxifluorfen para determinar A) la mortalidad (LD_{50}) y B) la reducción del peso fresco (GR_{50}).

La resistencia a herbicidas es una preocupación a nivel mundial en la que actualmente está viviendo un desarrollo exponencial a consecuencia de diversos factores como la ausencia de nuevas formulaciones químicas, no llevar a cabo un control integrado, y el desconociendo acerca del tema en cuestión, entre otras.

En muchas ocasiones, los agricultores manifiestan su insatisfacción debido a la escasa eficacia de sus aplicaciones herbicidas. Esta situación puede deberse a diversas causas en la aplicación, como por ejemplo la deriva (no permite un óptimo mojado del producto en la planta), temperatura (aplicaciones en determinadas horas del día en que la temperatura es elevada a la recomendad), precipitaciones (las lluvias provocan que el producto no sea absorbido por la planta si la aplicación ha sido realizada con pocas horas de diferencia), época de aplicación (realizar aplicaciones cuando las plantas poseen un estado fenológico elevado no son eficaces), aplicaciones sub-letales (dosis inferiores a las recomendadas); o porque se ha producido una presión de selección sobre las malas hierbas con las sucesivas aplicaciones y se ha desencadenado la aparición de resistencia.

Para el estudio y caracterización de la resistencia a herbicidas, la utilización de ensayos dosis-respuesta es el parámetro más usado mundialmente. Por lo tanto, la utilización de ensayos y estudiar los parámetros de reducción de peso y mortalidad, en los que conocemos todas las variables agroambientales, nos permiten

determinar si la resistencia es una realidad o si la causa de la baja eficacia es a consecuencia de malas aplicaciones. En ambos casos, se debería seguir un seguimiento de esos focos de malas hierbas sospechosas con el objetivo de ofrecer soluciones al agricultor. Además, existen otras metodologías al alcance que nos permiten determinar la resistencia para cada modo de acción de los diferentes herbicidas permitidos para cada cultivo, en los que se pueden obtener resultados en cuestión de horas (tres semanas en el caso de ensayos dosis-respuesta). En numerosas ocasiones, la realización de ensayos de campo es una excelente opción para ver en primera persona cuales son las herramientas herbicidas más eficaces.

CONCLUSIONES

Existen muchos casos de resistencia a herbicidas a nivel mundial, los cuales podrían haberse evitado si se hubiera llevado un control integrado de herbicidas. Para controlar esta evolución exponencial es una obligación tanto a nivel de universidad como de centros de investigación o empresas fitosanitarias ofrecer nuevas soluciones e intentar educar e informar al agricultor para que conozca el escenario al que nos estamos enfrentando.

REFERENCIAS

FAO, Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/worldfoodsituation

Fernandez P, Alcantara R, Osuna MD, Villa-Aiub MM, De Prado R (2016) Forward selection for multiple resistance across the non-selective glyphosate, glufosinate and oxyfluorfen herbicides in *Lolium* weed species. Pest Manag Sci. doi: 10.1002/ps.4368

Fernández-Moreno PT, Alcantara-de la Cruz R, Cruz-Hipólito HE, Rojano-Delgado AM, Travlos I, De Prado R (2016) Non-target site tolerance mechanisms describe tolerance to glyphosate in *Avena sterilis*. Front Plant Sci 7:1220. doi:10.3389/fpls.2016.01220

Ritz C, Baty F, Streibig JC, Gerhard D (2015) Dose-response analysis using R. PLoS ONE 10:e0146021. doi:10.1371/journal.pone.0146021

EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE APARICIÓN DE MALEZAS PREDOMINANTES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA UEB ARQUÍMIDES COLINA

EVOLUTION OF THE APPEARANCE FREQUENCY OF UNDERGROWTHS PREDOMINANT THAT AFFECT TO THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE IN THE UEB ARQUÍMIDES COLINA

Autor(s): Fonseca, L[1]; Suárez, E[2]; Téllez, R [2].
1- Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas Granma
2- Unidad Empresarial de Base Arquímides Colina
email:lolyfb@infomed.sld.cu

Resumen

Para conocer la evolución de la frecuencia de aparición de las malezas predominantes en la UEB Arquímedes Colina, en el período 2011-2015;se utilizaron los datos obtenidos en las encuesta de malezas realizadas anualmente; los resultados mostraron que existen ocho especies de malezas invasoras frecuentes y de ellas cuatro resultaron problemas *Dichanthium annulatum*(Pitilla villareña);*Rottboellia cochinchinensis(*Zancaraña); *Ipomoea trifida (Bejuco aguinaldo)* y *Sorghum halepense* (Don Carlos), manteniéndose en el periodo analizado en todas las unidades productoras evaluadas como dominantes y con un alto porcentaje de frecuencia de aparición. En la evolución en el tiempo de las cuatro malezas problemas existentes en la UEB; existe una tendencia a la disminución de la frecuencia de aparición hacia la actualidad al comparar los años 2011 con el 2015, traducido en menores porcentajes de infestación de esas malezas.
Palabras claves: malezas, dominantes, evolución

Abstract

In order to know the occurrence of weed predominant evolution frequency at Arquimides Colina sugar mill, data from the weeds survey conducted in the period 2011-2015 were used. The analysis of the results showed that there are eight species of common invasive weeds, among which, four were problems: *Dichanthium annulatum* (Pitilla Las Villas); *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña); *Ipomoea trifida* (Bejuco aguinaldo) and *Sorghum halepense* (Don Carlos), which remained dominant throughout the years evaluated in all production units, with high occurrence frequency. The dynamics of the four weed problems in the production units, showed a tendency to decrease in distribution frequency when comparing 2011 with 2015, which resulted in lower infestation rates.
Key words: weeds; dominant, evolution

Introducción

La competencia activa de las malezas, incide directamente en la disminución de los rendimientos agrícolas en el cultivo de la caña de azúcar constituyendo en Cuba, la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas después de la despoblación de los campos cañeros y si el enyerbamiento está presente en las etapas iníciales del crecimiento de la planta, las pérdidas son mayores y la magnitud del daño está relacionada con la especie de malezas, el grado y el tiempo de infestación; las pérdidas varían desde 0.75 t/ha a 1.0 t/ha por cada 15 días de enyerbamiento sostenido y pueden afectar el rendimiento entre un 33 y 66 % de la cosecha según la cepa; Álvarez (1999), (citado por Barrera y col.,2014); planteándonos como **objetivo** conocer la evolución de la frecuencia de aparición de malezas predominantes que afectan la caña de azúcar en la UEB Arquímides Colina en los últimos cinco años.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Arquímides Colina de la Empresa Azucarera Granma en el período 2011-2015. Se realizó la encuesta de malezas cada año a nivel de campo por el método visual (SERCIM, 2015) y orientada por el Servicio de recomendaciones de Control Integral de malezas, utilizando la evaluación de la frecuencia de aparición de las malezas por unidad mínima de manejo PC Malezas (2011-2015); además de la identificación y estimación de la cobertura de las especies predominantes (altos porcentajes de aparición, alta cobertura, alto poder de reproducción). Las especies de malezas frecuentes en el período, se clasificaron por familia, clase y ciclo de vida (Arévalo y Bertoncini, 2005) y las especies predominantes en dominantes (perduran en el tiempo) y peligrosas (difícil control) y según su frecuencia de aparición en accidentales (menos del 25%); poco frecuentes (25 a 49%); medianamente frecuentes (50 a 74%) y muy frecuentes (más del 75%) en cada bloque. Se graficó la evolución positiva de las cuatro especies predominantes por bloques al inicio y final del estudio en la UEB, utilizando el Mapinfo a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Resultados y discusión

En las encuestas de malezas anuales realizadas en el período 2011 al 2015; existen un total de ocho especies malezas invasoras frecuentes asociadas al cultivo de la caña de azúcar (Tabla1).

Tabla I. Especies de malezas frecuentes en la UEB Arquimides Colina .2011-2015.

No	Nombre científico	Nombre común	Familia	clase	Ciclo de vida
1	*Rottboellia cochinchinensis*	Zancaraña	Poaceae	*M*	*Anual*
2	*Brachiaria mutica*	Paraná	Poaceae	*M*	*Perenne*
3	*Panicum maximum*	Hierba de Guinea	Poaceae	*M*	*Perenne*
4	*Sorghum halepense*	Don Carlos	Poaceae	*M*	*Perenne*
5	*Dichanthium annulatum*	Pitilla villareña	Poaceae	*M*	*Perenne*
6	*Cynodon dactylon*	Yerba fina	Poaceae	*M*	*Perenne*
7	*Cyperus rotundus L.*	Cebolleta	Cyperaceae	*M*	*Perenne*
8	*Ipomoea trifida*	Bejuco aguinaldo	Convolvulaceae	*D*	*Anual*

Leyenda .Clases M-Monocotiledoneas ; D- Dicotiledoneas

Es importante realizar la encuesta y clasificación de las malezas que interactúan con determinado cultivo para un correcto manejo lo cual permite conocer las características de cada una y desarrollar un control integrado lo más eficiente posible; se clasificaron según la familia,clase y ciclo de vida; ellas se encuentran representadas por 3 familias botánicas,destacándose las Poaceae con un 75% , a la cual pertenece también la caña de azúcar por lo que se hace difícil su control y junto a la familia Cyperaceae en un 12.5%;resultados similares obtuvo González,2011 en estudios realizados en Guantánamo; destacan a esta familia junto a las Cyperaceae como las causantes de mayores problemas en la historia de la agricultura cañera. Según su ciclo de vida, predominan las especies perennes en un 75% y en menor grado las anuales con un 25%. La clase monocotiledoneas supera a las dicotiledoneas en un 88%.

De las ocho especies de malezas frecuentes; las cuatro que más afectan cada campo en la UEB fueron *Dichanthium annulatum* (Pitilla villareña).*Rottboellia cochinchinensis (*Zancaraña); *Ipomoea trifida (Bejuco aguinaldo)* y *Sorghum halepense* (Don Carlos) por tener mayor frecuencia de aparición.Figura1.

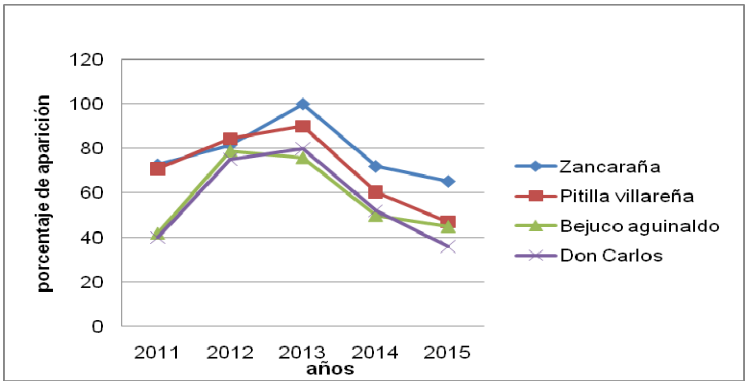


Figura1.Frecuencia de aparición de las malezas predominantes por años .UEB A.Colina

Estas cuatro arvenses predominantes estuvieron presentes en todos los años con los mayores porcentajes de aparición en el período, variando en el tiempo,tuvieron una tendencia a incrementarse en los años intermedios,(2012 y 2013) y clasificadas como muy frecuentes mayor al 75%;en el año 2014 las cuatro fueron clasificadas como medianamente frecuentes entre el 50 al 74% y en el año 2015, se mantuvo la *Rottboellia cochinchinensis* **(**Zancaraña) en la categoría anterior y las otras tres se clasificaron como poco frecuentes entre el 25 y 49%; resultados similares obtuvo Téllez,(2015) en la provincia Granma, esta disminución de los porcentajes de aparición pudo estar influida por una correcta realización de las encuestas que definen posteriormente las recomendaciones de herbicidas para el control integral de malezas en la UEB.

Estas especies de malezas se mantuvieron durante todos los años evaluados en la UEB como dominantes con altos porcentajes de cobertura (figura2) con una disminución de las malezas hacia el 2015 y consideradas las mismas como peligrosas por su poder de multiplicación, abundancia y su difícil control; excepto Bejuco aguinaldo que sí clasifica como dominante y no llega a ser peligrosa por su fácil control; pero sí de cuidado por su hábito de crecimiento trepador y reproducción por semilla botánica; coincidiendo su fase de pleno desarrollo con el cierre del cultivo; dificultando su crecimiento y pudiendo afectar la cosecha manual y mecanizada.

Figura 2.Cobertura o frecuencia de distribución de las malezas predominantes por años

A través de los mapas (SIG), se graficó (figura3), la evolución de éstas cuatro especies problemas al inicio (2011) y final del estudio (2015) en los bloques cañeros de la UEB, observando claramente una tendencia a la disminución de la frecuencia de aparición de las malezas al final de estudio; lo que se traduce en la disminución de los porcentajes de enyerbamientos existentes en esas cuatro malezas estudiadas.

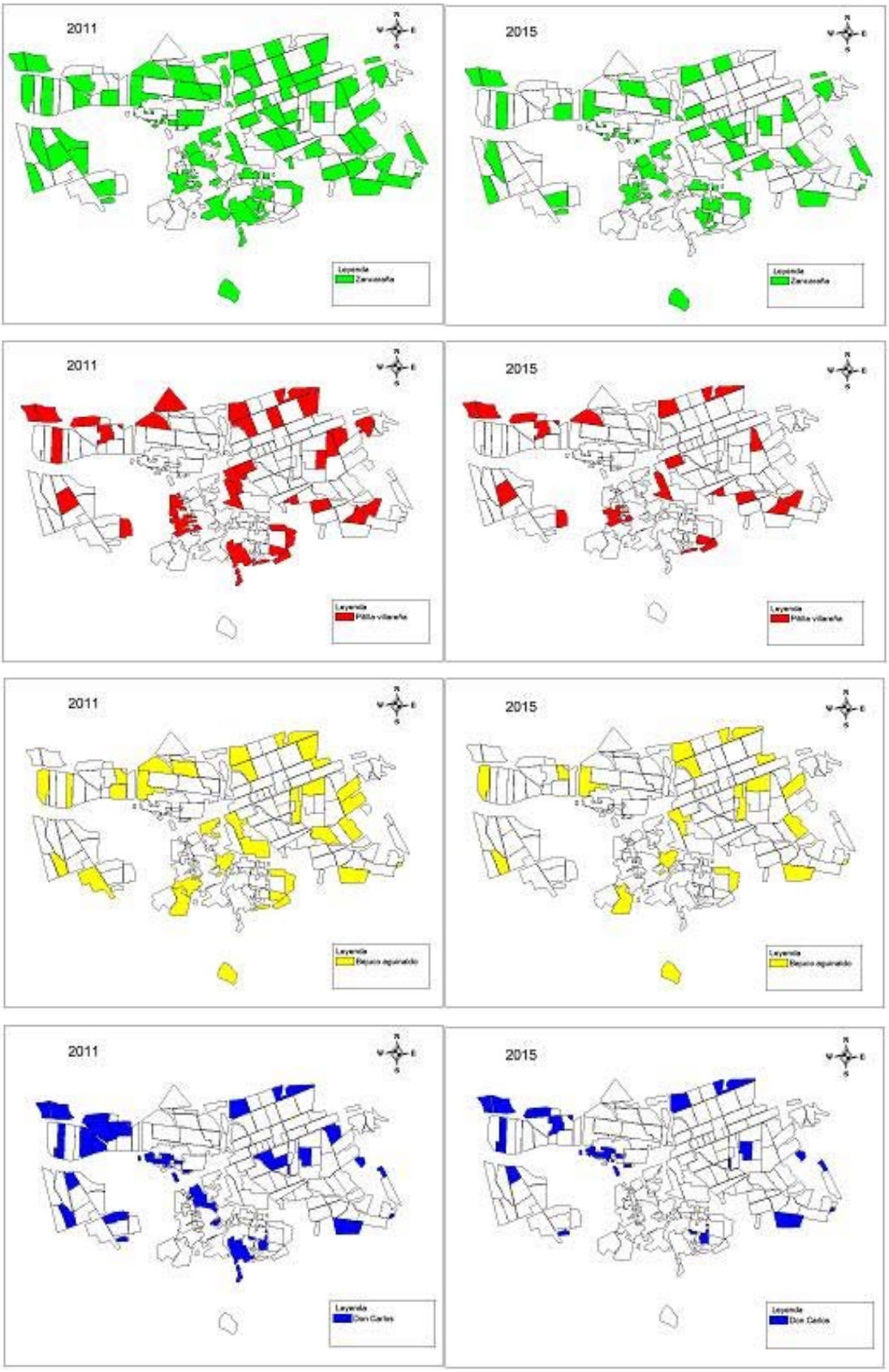


Fig.3 Distribución espacial por bloques de las cuatros especies predominantes al inicio y final del estudio.

Conclusiones

- Existen ocho especies de malezas frecuentes en la UEB A. Colina en el período 2011-2015, seis pertenecen a la familia de las Poaceae, las que compiten con el cultivo estudiado y hace más difícil su control; de ellas cuatro resultaron malezas predominantes *Rottboellia cochinchinensis*(Zancaraña);*Dicanthium annulatum* (Pitilla villareña), *Ipomoea trífida (*Bejuco aguinaldo) y *Sorghum halepense*(Don Carlos); las que resultaron dominantes y de difícil control en todo el estudio a excepción del Bejuco aguinaldo que no llega a clasificar como peligrosa.
- En la evolución en el tiempo de las cuatro malezas predominantes existentes en la UEB; existe una tendencia en la disminución de la frecuencia de aparición hacia la actualidad y menor cobertura, traducido en disminución de los porcentajes de enyerbamientos de ellas en el período evaluado.

Referencias bibliográficas

Arévalo, R.A y Bertoncini, E.C (2005) Manejo sostenible de especies de malezas en *Sacharum spp.* En XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM).nov. Matanzas Cuba.

Barrera Marta y col., 2014 ¿Será la encuesta de malezas una herramienta para las recomendaciones del servicio de control integral de malezas? estudio de caso, de la interacción práctica con los productores. Revista Cuba & Caña No 1 2014pp61-64. ISSN1028-6527.

González, L.Z (2011).Comportamiento de las malezas frente a diferentes formulaciones de herbicidas en la CPA “21 de octubre”. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

PC Malezas (2011-2015) vesión4.111.Programa para el control de malezas en caña de azúcar, Departamento de Agronomía. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cuba.

SERCIM. 2015. Manual de procedimientos del Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM)-La Habana. Página 9

Téllez, R.Z (2015). Comportamiento de las malezas en la provincia Granma .Años 2010-2015. Informe presentado en reunión del departamento del SERCIM del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cuba.

TOLERANCIA DE CINCO CULTIVARES DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) A RESIDUOS EN EL SUELO DEL HERBICIDA DICLOSULAM

TOLERANCE OF FIVE SUNFLOWER CULTIVARS (*HELIANTHUS ANNUUS*) TO DICLOSULAM SOIL RESIDUES

Gianelli, V[1]*, Bedmar, F[2]

[1]Estación Experimental Agropecuaria-INTA Balcarce. [2]Facultad de Ciencias Agrarias-UNMDP. Ruta 226, km 73.5, 7620 Balcarce. Argentina.
* e-mail: valeria_gianelli79_99@hotmail.com

RESUMEN

Durante 2015-2016 se realizó un ensayo para evaluar la tolerancia de cinco cultivares de girasol a residuos de Diclosulam en el suelo. El experimento fue conducido en un suelo Argiudol Típico de Balcarce (Argentina). Los tratamientos incluyeron la aplicación de 30 g ha^{-1} de Diclosulam y un testigo sin aplicación. Luego de un año, se colectaron muestras de suelo y se realizó un bioensayo en cámara de crecimiento con cinco cultivares de girasol: tradicional, CL (Clearfield), CL Plus, CL alto oleico, y CL Plus alto oleico, determinándose la altura, peso fresco y longitud de raíces. Los datos fueron analizados mediante el programa SAS, considerando un diseño en bloques completos aleatorizados en arreglo factorial. Los residuos de Diclosulam causaron una reducción en la altura, peso fresco y longitud de raíces del cultivar de girasol tradicional. Ninguno de los cultivares CL mostró efectos negativos, indicando ausencia de efectos residuales en los mismos.
PALABRAS CLAVE: diclosulam, girasol, residualidad

ABSTRACT

Field experiments were conducted in 2015-2016 to evaluate the tolerance of five sunflower cultivars to Diclosulam soil residues. The experiment was performed in a Typic Argiudol soil of Balcarce (Argentina) by mean of a randomized complete block design with four replications. Treatments included 30 g ha^{-1} of Diclosulam and a non-treated control. After one year of the application, soil samples were collected. A bioassay in a growth chamber was performed with five sunflower cultivars: traditional, CL sunflower, CL Plus sunflower, High oleic CL sunflower and High oleic CL Plus sunflower. Height, dry weight and root length were determined. Data were analyzed by variance analysis using SAS software considering a randomized complete block design with factorial arrangement. Diclosulam soil residue caused a reduction of height, dry weight and root length in the traditional cultivar. None of the CL cultivars showed negative effects indicating absence of residual effect in them.
KEY WORDS: diclosulam, girasol, residualidad

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Argentina *Coniza sp*. es una de las malezas más problemáticas en los sistemas de producción bajo siembra directa. Entre los herbicidas disponibles para su control, Diclosulam es uno de los más utilizados debido a su buen desempeño y residualidad (Metzler et al., 2013; Barbieri et al., 2014; Gianelli et al., 2015). No obstante, aplicaciones cercanas a la siembra de los cultivos sensibles pueden provocar efectos fitotóxicos en los mismos.

El girasol es uno de los cultivos menos tolerantes a los residuos de Diclosulam en el suelo, requiriendo un período superior a un año para realizar la siembra del mismo (CASAFE, 2011; Dan et al., 2012).

Diclosulam es un herbicida perteneciente a la familia química de las triazolpirimidinas, también llamadas sulfonamidas, que inhibe la enzima Acetolactato Sintetasa (Shaner, 2014). Dado que existen tecnologías que

incorporan la tolerancia a herbicidas con el mismo modo de acción (girasoles CL y CL Plus, tolerantes a Imidazolinonas; Clearfield) (BASF, 2016), podría esperarse que los cultivares CL y CL Plus toleren residuos en el suelo de herbicidas de otros grupos que actúan sobre esta enzima, entre ellos Diclosulam.
En este sentido, una alternativa para reducir los efectos fitotoxicos en esta especie, podría incluir la siembra de estos cultivares de girasol en suelos previamente tratados con este herbicida.
Hasta el momento, en Argentina, no existe información sobre la residualidad y restricciones a la siembra de cultivares de girasol CL y CL Plus luego de la aplicación de Diclosulam. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia de diversos cultivares de girasol CL y CL Plus al herbicida Diclosulam un año después de su aplicación, respecto de un cultivar de girasol convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el ciclo 2015-2016, en la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, INTA (37º 45' S, 58º 18' W; 130 m.s.n.m.) Argentina, sobre un suelo Argiudol Típico con 5.2 % de materia orgánica y pH 5.8. El sitio experimental fue un barbecho proveniente de un cultivo de trigo que presentaba infestación natural de *Conyza sp*.
El 16 de septiembre de 2015 se realizó la aplicación del herbicida Diclosulam (Spider, 84%) a una dosis de 30 g ha^{-1} de producto formulado, en mezcla con 3 L de glifosato (Roundup Full II, 54% equivalente ácido). Dicha mezcla se aplicó con mochila manual de presión constante (40 lb $pulg^{-2}$) a base de CO_2, provista de pastillas Teejet 11001 que arrojó un volumen de 127 litros ha^{-1}. El ensayo se estableció bajo un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones incluyendo un testigo sin aplicación del herbicida. Aproximadamente un año después de la aplicación (24/10/2016), se realizaron muestreos de suelo para estudiar la persistencia fitotóxica del herbicida sobre cinco cultivares de girasol. Dichos muestreos se efectuaron con muestreador de suelo, a 12 cm de profundidad, realizándose 15 repiques por parcela. Las muestras se tamizaron con tamiz de 0.5 cm de malla y posteriormente se realizó un bioensayo en cámara de crecimiento.
El suelo tamizado con un contenido de humedad gravimétrica de 18%, se ubicó en vasos de plástico (200 g de suelo seco) y se realizó la siembra de cinco cultivares de girasol: Girasol tradicional "Paraíso 303", Girasol CL "Paraíso 102", Girasol CL Plus "Superparaíso 1600", Girasol CL alto oleico "Aromo 105" y Girasol CL Plus alto oleico "PN 20057", disponiéndose 2 semillas en cada vaso y realizando tres repeticiones para cada bloque y cultivar. Los vasos se condujeron a cámara de crecimiento bajo condiciones controladas de temperatura (24ºC), y luz (fotoperíodo 14 h) y se realizó riego superficialmente cuando fuese necesario.
La respuesta al herbicida se determinó evaluando la altura y el peso fresco cuando las plantas presentaron el primer par de hojas desarrolladas. Asimismo, se determinó el efecto del herbicida sobre la longitud de las raíces. Finalmente se comparó la altura, el peso fresco y la longitud de las raíces de cada cultivar en las muestras de suelo tratadas con Diclosulam, respecto al testigo sin aplicación del herbicida.
Los datos fueron sometidos al análisis de la varianza, considerando un diseño en bloques completos aleatorizados en arreglo factorial. Los factores considerados fueron los cultivares (5) y los tratamientos (2). La comparación entre promedios se realizó mediante el test LSD al nivel del 5% utilizando el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Altura

La interacción entre los tratamientos y los cultivares, no resultó significativa para esta variable ($p=0.7556$). No obstante, se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.001$) y entre los cultivares evaluados ($p<0.001$) (Tablas I y II).
Para el cultivar de girasol tradicional, la altura fue significativamente inferior en el tratamiento tratado, indicando un marcado efecto residual del herbicida sobre este cultivar, alcanzando solamente un 70% respecto a la altura del testigo. Para los restantes cultivares, si bien la altura fue levemente superior en el

tratamiento testigo, en todos los casos se alcanzó o superó el 80% de la altura correspondiente al tratamiento testigo, evidenciando una disminución en los efectos de fitoxicidad del herbicida sobre estos cultivares.

Tabla I. Altura promedio de los cinco cultivares de girasol en cada tratamiento

Cultivar	**Altura promedio (cm)**
Tradicional	8.2 c
CL	10.7 ab
CL Plus	10.9 a
CL alto oleico	10.6 ab
CL Plus alto oleico	10.0 b

Promedios seguidos de letras iguales no difieren significativamente (Prueba F, ANOVA p>0.05)

Tabla II. Altura promedio en cada tratamiento

Tratamientos	**Altura promedio (cm)**
Testigo	11.1 a
Diclosulam	9 b

Promedios seguidos de letras iguales no difieren significativamente (Prueba F, ANOVA p>0.05)

2. Peso fresco

Se detectó interacción significativa entre los tratamientos (Testigo y Diclosulam) y los cultivares ($p<0.001$) (Tabla III). Para ambos tratamientos se encontraron diferencias significativas entre los cultivares. Cuando se analizaron las diferencias entre tratamientos en cada una de los cultivares, sólo en el cultivar tradicional se determinó una reducción significativa del peso fresco respecto al mismo cultivar en el tratamiento con Diclosulam. Para los restantes cultivares, no se evidenciaron diferencias entre el peso fresco del tratamiento testigo, y tratado (Tabla III).

Tabla III. Peso fresco promedio de los cinco cultivares de girasol en cada tratamiento

Cultivares	Peso fresco promedio	
	Testigo	Diclosulam
Tradicional	2.116 b A	1.917 c B
CL	1.884 c B	2.117 b A
CL Plus	1.799 c A	1.756 c A
CL alto oleico	2.279 ab A	2.115 b A
CL Plus alto oleico	2.369 a A	2.386 a A

Dentro de cada tratamiento letras minúsculas iguales indican diferencias no significativas Dentro de cada cultivar letras mayúsculas iguales indican diferencias no significativas (LSD, p>0.05)

3. Longitud de raíces

Se detectó interacción significativa entre los tratamientos (Testigo y Diclosulam) y los cultivares ($p=0.0096$) (Tabla IV).

Para el Cultivar de Girasol tradicional, la longitud de las raíces en las muestras de suelo tratadas fue significativamente inferior al testigo, mostrando una reducción del 33% en el último caso. Por su parte, para los cultivares de girasol con tecnología CL, la longitud de las raíces no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

En base a los resultados obtenidos puede establecerse que existió un marcado efecto residual del herbicida Diclosulam, sobre el cultivar de girasol tradicional (No CL), manifestándose en una reducción en la altura, peso fresco y longitud de raíces, luego de un año de la aplicación del herbicida. Cabe destacar que las precipitaciones acumuladas al momento de la extracción de las muestras fueron de 813.9 mm (Información Agrometeorológica EEA Balcarce, 2017), valores similares a los promedios históricos para la zona.

Tabla IV. Longitud de raíces promedio de los cinco cultivares de girasol en cada tratamiento

Cultivares	Longitud de raíces	
	Testigo	Diclosulam
Tradicional	20.6 a A	14.0 c B
CL	18.7 ab A	21.7 a A
CL Plus	20.0 a A	18.0 b A
CL alto oleico	16.0 b A	17.0 bc A
CL Plus alto oleico	17.0 ab A	17.2 bc A

Dentro de cada tratamiento letras minúsculas iguales indican diferencias no significativas. Dentro de cada cultivar letras mayúsculas iguales indican diferencias no significativas (LSD, p>0.05)

Estos resultados son concordantes con Dan et al., (2012) quienes detectaron que la actividad residual de Diclosulam superó los 200 días desde la aplicación, causando efectos negativos en el rendimiento y acumulación de materia seca del cultivo de girasol.

Para los demás cultivares de girasol que incluyen la tecnología Clearfield, si bien se presentaron diferencias en las variables analizadas de acuerdo a su variabilidad genética, no se determinaron reducciones significativas en ninguna de las variables cuando se compararon con el testigo sin aplicación del herbicida.

Si bien no existen antecedentes que evalúen la tolerancia de cultivares de girasol CL a residuos del herbicida Diclosulam en el suelo, Bailey y Wilcut (2003) determinaron la tolerancia de cultivares de Maíz CL y no CL a dicho herbicida. Los autores observaron una notable reducción de la fitotoxicidad en cultivares CL, respecto a cultivares no CL.

En base a lo expuesto, bajo las condiciones del presente ensayo, podría realizarse la siembra de un cultivar de girasol CL, para disminuir los efectos de fitoxicidad luego de un año de la aplicación del herbicida Diclosulam.

CONCLUSIONES

-Luego de un año de la aplicación del herbicida Diclosulam se observó una reducción en la altura, peso fresco y longitud de raíces del cultivar de girasol no CL.

-Los cultivares de girasol CL, CL Plus, CL alto oleico y CL Plus alto oleico, no presentaron efecto residual del herbicida sobre ninguna de las variables evaluadas.

-Bajo las condiciones del presente ensayo, la siembra de cultivares de girasol CL, constituiría una alternativa para disminuir los efectos de fitoxicidad luego de un año de la aplicación del herbicida Diclosulam.

REFERENCIAS

Bailey, W., WILCUT, JW. Tolerance of Imidazolinone-Resistant Corn (Zea mays) to Diclosulam. Weed Technology. 60–64p. Vol. 17, 2003.

Barbieri, E., Bedmar, F., Leaden, M. I., Gianelli, V. Alternativas de control químico de rama negra. Visión Rural 103: 8-11. 2014.

BASF, 2016. Tecnología Clearfield. <http://www.agro.basf.com.ar/> [17 enero de 2017].

CASAFE.Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Buenos Aires, Argentina. 2011.996 p.

Dan, H., Dan, L., Barroso, A., Procópio, S., Pereira Braz , G., Alonso, D.. Atividade residual de herbicidas usados na soja sobre o girassol cultivado em sucessão. Ciência Rural, 1929-1935p.v.42, n.11, 2012.

Gianelli, V., Bedmar, F., Panaggio, H., Leaden, M.I. Eficacia de control de Conyza sumatrensis (Retz) en dos estados de desarrollo. XXII Congreso de la ALAM. I Congreso de la ASACIM. Buenos Aires. 2015.

Información Agrometeorológica Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, 2017, <http://anterior.inta.gov.ar/balcarce/info/info_met.htm> [12 de febrero de 2017].

Metzler, M., Puricelli, E., Papa J.C. Manejo y control de rama negra. 2013. <http://www.aapresid.org.ar/rem> [10 de febrero de 2017].

Shaner, DL (ed.) Herbicide handbook. 10th ed. Weed Sci. Soc. of Am., Lawrence, KS, USA. 2014. 513p.

Agradecimientos: al Ing. Agr. Leandro Fusé y Nidera Argentina por la provisión de los cultivares utilizados en el experimento.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

EFICACIA Y SELECTIVIDAD DEL HERBICIDA DERBY GD 75 EN EL CONTROL POST-PREEMERGENTE DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.)

EFFECTIVENESS AND SELECTIVITY OF DERBY GD 75 HERBICIDE IN CONTROL POST-PREEMPENSIVE WEED OF SUGARCANE (*Saccharum* spp.)

Gil, D[1*]; Becerra, E[1]; Rosa, J[1]; Gil, Y.[1]; Manresa, M[1]; Fernández, I.; Portal, O[2].

1. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar ETICA Centro-Villa Clara. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional, km 246, Ranchuelo, Villa Clara.
2. UBPC Carlos Manuel de Céspedes, UEB "Ifraín Alfonso".
   * duvier.gil@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad post-preemergente de Derby GD 75 (*hexazinona*) en el control de metebravo *(Echinochloa colona),* bejuco aguinaldo *(Ipomoea trifida)* y plumilla *(Leptochloa panicea).* El ensayo se desarrolló en la UBPC Carlos Manuel de Céspedes" de la UEB "Ifraín Alfonso". Se realizaron evaluaciones a los 30 y 60 días después de la aplicación para determinar su efecto post-preemergente y la fitotoxicidad al cultivo. Se realizó un análisis de varianza simple determinar si existía diferencia significativa entre los tratamientos y una prueba de Duncan para determinar diferencias entre las medias. Los resultados del experimento muestran que el formulado Derby GD 75 (hexazinona) a 1.0 kg.ha^{-1} en mezcla con ametrina GD 80 a 2,0 kg.ha^{-1} fue quien tuvo mejor control sobre las malezas evaluadas en campo, no existiendo diferencias significativas en cuanto a la fitotoxicidad ocasionada al cultivar C90-469.
Palabras claves: caña de azúcar, herbicidas, malezas

ABSTRACT

The objective of work was to evaluate the effectiveness of post-preemergence Derby GD 75 (hexazinone) herbicide in controlling of metebravo (*Echinochloa settler*), bejuco aguinaldo (*Ipomoea trifida*) and pen (*Leptochloa panicea*). The test was developed in the UBPC "Carlos Manuel de Céspedes" from UEB "Ifraín Alfonso". At 30 and 60 days after application, evaluations were conducted to determine its effect preemergence and post-phytotoxicity to sugarcane. Simple analysis of variance was performed to demonstrate whether there was significant difference between treatments, and then test Duncan Multiple Range to determine differences between means. The results of the experiment showed that the Derby GD 75 formulation at 1,0 kg. ha^{-1} in mixture with amethrin GD 80 at 2,0 kg.ha^{-1} was the one that had better control over the weeds evaluated into the field. All treatments where herbicides were applied showed slight phytotoxic and short duration damages in cultivar C90-469.
Key words: herbicides, sugarcane, weeds

INTRODUCCIÓN

El control de malezas en caña de azúcar es de vital importancia, debido a la competencia que se establece entre ellas y el cultivo por agua, luz y nutrientes. Las malezas constituyen en Cuba, la segunda causa de afectación de los rendimientos agrícolas (Álvarez, 2004). Estas pueden ocasionar pérdidas hasta de 1 t azúcar ha^{-1} por cada 15 días de competencia, de aquí la importancia de lograr un control de malas hierbas con eficiencia. Los herbicidas han representado la solución indispensable para el desyerbe de la caña de azúcar en Cuba y en la mayoría de los países cañeros debido al encarecimiento de la mano de obra y la explosiva germinación de las malezas durante el período lluvioso, en el cual el cultivo mecanizado y la limpia manual

resultan poco efectivos. El objetivo del ensayo fue evaluar la efectividad post-preemergente de Derby GD 75 (*hexazinona*) sobre malezas anuales en caña de azúcar y su selectividad sobre el cultivar C90-469.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la UBPC "Carlos Manuel de Céspedes" de la Unidad Empresarial de Base "Ifraín Alfonso" en un suelo Pardo mullido medianamente lavado según Hernández y col. (2015). El cultivar presente en el área fue C90-469 en su segundo ciclo productivo. Los tratamientos empleados fueron:

1. Testigo absoluto o sin aplicar.
2. Derby GD 75 (*hexazinona*) 1,0 kg ha^{-1}.
3. Derby GD 75 (*hexazinona*) 2,0 kg ha^{-1}.
4. Derby GD 75 (*hexazinona*) 2,5 kg ha^{-1}.
5. Derby GD 75 (*hexazinona*) a 1,0 kg ha^{-1} + *ametrina* GD 80 a 2,0 kg ha^{-1}.
6. (*diurón* 46,8 % + *hexazinona* 13,2 %) GD 60 a 3,0 kg ha^{-1} (estándar).
7. *hexazinona* LS 25 a 3,0 L ha^{-1} (estándar).

Las malezas presentes en el área del experimento y evaluadas fueron las siguientes metebravo (*Echinochloa colona*), bejuco aguinaldo (*Ipomoea trifida*) y plumilla (*Leptochloa panicea*). El asperjado de los tratamientos herbicidas se realizó el día 3 de junio del 2015, utilizando una mochila Matabi de 16 litros de capacidad, ajustada con boquilla Deflectora de color gris (DT 3.0) y calibrada a 300 L ha^{-1} de solución final. Se realizó una evaluación visual del porcentaje de cobertura de las malezas existentes en las parcelas, el día antes de la aplicación de los herbicidas según (Fischer, 1975) y posteriormente dos evaluaciones a los 30 y 60 días. Se evaluó el efecto post-preemergente de los tratamientos herbicida aplicado sobre las malezas (Tabla I) (ALAM, 1974) y la fitotoxicidad a la caña de azúcar utilizando la escala EWRS de 9 grados (Johannes y Schoh, 1971, citados por Ciba Geigy, 1981) (Tabla II).

Tabla I. Escala de evaluación de porcentaje de malezas.

Índice	Grado de control
0-40	Ninguno o pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bueno
81-90	Muy bueno
91-100	Excelente

Tabla II. Escala EWRS de la tolerancia del cultivo.

Grado	Síntomas de fitotoxicidad en el cultivo
1	Ausencia absoluta de síntomas
2	Síntomas muy ligeros
3	Síntomas ligeros, pero claramente visibles
4	Síntomas más marcados, por ej. Clorosis, probablemente sin pérdidas de rendimiento
5-8	Cada vez mayor clorosis, atrofia y pérdida del rendimiento
9	Destrucción total del cultivo.

Las precipitaciones ocurridas fueron moderadas (Junio 129,8 mm y Julio 63,6 mm) y atípicas para el periodo lluvioso en Cuba.

Para realizar el análisis estadístico se transformaron los datos porcentuales por la ecuación 2 arcosen raíz de P (Lerch, 1977). Se realizó un análisis de varianza simple, para demostrar si existía diferencia significativa entre los tratamientos, y luego una prueba de Rango Múltiple de Duncan para determinar diferencias entre las medias con un nivel de confianza de 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento 5 (Derby GD 75 a 1,0 kg ha^{-1} + *ametrina* GD 80 a 2,0 kg ha^{-1}) mostró los mejores resultados en el control de las tres especies de malezas en las diferentes evaluaciones realizadas con diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, incluyendo a los estándares: *hexazinona* LS 25 a 3,0 L ha^{-1} y (*diurón* 46,8 % + *hexazinona* 13,2 %) GD 60 a 3,0 kg ha^{-1} (Tabla III). Estos resultados pueden ser debido a la mezcla con ambos herbicidas los cuales tienen efecto preemergente y post-preemergente respectivamente.

Tabla III. Efecto de los distintos formulados de los herbicidas sobre el control de las diferentes especies de malezas presentes en caña de azúcar (*Saccharum* spp.).

	Echinochloa colona		*Ipomoea trifida*		Leptochloa panicea	
Tratamiento	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda
Testigo absoluto	34,5 d	37,3 e	33,7 d	37,7 e	10,0 c	12,0 c
hexazinona GD 75 (1kg/ha)	11,7 c	13,8 cd	10,3 c	12,5 cd	1,8 b	3,8 b
hexazinona GD 75 (2 kg/ha)	8,7 b	10,8 b	12,7 b	14,8 b	1,7 b	3,7 b
hexazinona GD 75 (2,5 kg/ha)	10,8 bc	12,8 bcd	13,0 bc	15,7 bcd	1,3 b	3,3 b
hexazinona GD 75 (1kg/ha) + ametrina GD 80 (2 kg/ha)	3,5 a	4,8 a	3,7 a	4,3 a	0,1 a	0,1 a
hexazinona 13,2% + diurón 46,8% (3 kg/ha)	9,8 bc	12.0 bc	15,5 bc	17,8 bc	2,0 b	3,7 b
hexazinona LS 25 (3 L/ha)	13,2 c	15,3 d	12,0 c	14,7 d	1,7 b	3,5 b

Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente según la prueba de Duncan para p≤0.05

Los daños fitotóxicos provocados por Derby GD 75 en sus tres dosis, así como con la mezcla de este con ametrina GD 80 en la caña de azúcar, cultivar C90-469 fueron muy ligeros y de corta duración desapareciendo a los 30 días después de la aplicación, similar a los provocados por los tratamientos estándares utilizado.

CONCLUSIONES

- El formulado Derby GD 75 a 1.0 kg ha^{-1} en mezcla con ametrina GD 80 a 2,0 kg ha^{-1} fue quien reveló mejor control sobre las malezas evaluadas en campo, con humedad en el suelo, superando a los tratamientos estándar de (diurón 46.8 % + hexazinona 13.2 %) a 3.0 kg ha^{-1} y hexazinona LS 25 a 3.0 L ha^{-1}.

- Todos los tratamientos asperjados con herbicida mostraron síntomas ligeros de fitotoxicidad a los 15 días después de la aplicación los cuales desaparecieron en las restantes evaluaciones.

REFERENCIAS

1. Álvarez, A. (2004). Las malas hierbas nos reducirán la zafra 2003-2004 en 641225 toneladas de azúcar como mínimo: 10,2 millones de dólares menos de ingresos en el valor de la caña. Memorias del III Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Malezas. C. Habana. Vol. 2. p 162.
2. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Publicaciones INCA, Mayabeque, Cuba.
3. Fischer, F. (1975). Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. Rev. Agric., 8 (1): 70-80.
4. ALAM (1974). Resumen del panel sobre métodos de control de malezas en Latinoamérica. II Congreso ALAM, 1: 1-48.
5. Ciba Geigy (1981). Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p.
6. Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. p 452.

NUEVOS PRODUCTOS HERBICIDAS DE LA COMPAÑÍA RAINBOW DE CHINA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA

NEW HERBICIDE PRODUCTS OF RAINBOW CHEMICAL CO. LTD OF CHINA IN GROWING SUGAR CANE

Gómez, S.[1]; Marrero, N.[1]; Fernández, C.[1] y Bernal, P.[2]

1.-Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Cuba.
2.- Representante de la compañía RAINBOW en Cuba.
sgomez@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en Cuba con nuevos productos herbicidas para el control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar, producidos por la compañía RAINBOW Chemical co. Ltd. /R.P. China. Se describe el nombre químico, nombre comercial, propiedades físicas y modo de acción. Estos son; Profit 75 GD (isoxaflutole), Klinex 35 LS (imazapir + imazapic), Trigger 75 GD (trifloxisulfurón sódico) y Machetazo Xtra 68 GS (glifosato). Los resultados obtenidos son similares en comparación con los estándares utilizados en áreas de producción, lográndose un efectivo control de malezas tanto gramíneas como de hoja ancha. No se produjeron efectos fitotóxicos que afecten el normal desarrollo del cultivo.
Palabras claves. Control de malezas, herbicidas, productos Rainbow.

ABSTRACT

It is shown the results obtained in Cuba with new herbicide products for weed control in sugarcane growing, produced by Rainbow Chemical Co. Ltd of China. The chemical names, trade names, physical properties and mode of action are described. The products are; Profit 75 GD (isoxaflutole), Klinex 35 LS (imazapic + imazapir), Trigger 75 GD (trifloxisulfurónsódico) y MachetazoXtra 68 GS (glifosato). The results were as good as to the corresponding standards, provided quite effective control of grasses and broad-leaved weeds, i.e., species belonging to the Liliatae class (Monocotyledons) and the Magnolliatae class (Dicotyledons) which are problem grasses in sugarcane fields. No phytotoxicity symptoms were observed in the cultivation with any products.
Keywords: Weed control, Herbicides, Rainbow Chemical Products.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo tropical de altos insumos y los herbicidas constituyen el principal método de control de malezas por lo que es muy importante disponer de alternativas para la adquisición de productos en diferentes mercados suministradores.
Rainbow es un fabricante de insumos agrícolas que ya tiene más de 20 productos registrados en Cuba. Es el principal exportador de fitosanitarios de China. Tiene 7 plantas químicas (5 en China, 1 en Argentina y 1 en Panamá).
Es imprescindible comprobar la eficacia de los herbicidas Rainbow en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar por lo que en este trabajo se presentan los resultados obtenidos a escala de producción con 4 de ellos; Profit 75 GD (isoxaflutole), Klinex 35 LS (imazapir + imazapic), Trigger 75 GD (trifloxisulfurón sódico) y Machetazo Xtra 68 GS (glifosato).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el montaje de los estudios de validación se utilizó el diseño de Rümker (1) con tres o cuatro tratamientos según el caso y tres réplicas. Todos los estudios se realizaron en áreas de producción. La aplicación de los productos Profit 75 GD, Klinex 35 LS y Machetazo Xtra 68 GS se realizó utilizando asperjadora integral Mañez Lozano de 800 litros de capacidad, ajustada con boquillas de abanico plano de color azul, a 2.0 bar de presión y solución final calibrada de 280 L ha^{-1}.
Para el montaje del estudio de Trigger 75 GD se utilizaron mochilas Matabi de 16 litros de capacidad, ajustadas con boquillas Flood jet de color gris y presión de 2.0 kg cm^{-2} y una solución final de 220 L ha^{-1}.
En los estudios de Profit 75 GD y Klinex 35 LS con aplicación en preemergencia de las malezas se realizaron evaluaciones de eficacia herbicida a través del porcentaje de cobertura de malezas (2).
En el estudio del Trigger 75 GD en post emergencia de las malezas se hizo evaluación de eficacia herbicida y de tolerancia del cultivo usando la escala de la EWRS de nueve grados (3). En las aplicaciones de Machetazo Xtra 68 GS realizadas en post emergencia de las malezas en áreas sin caña se realizaron evaluaciones visuales de eficacia herbicida mediante la escala de porcentaje de control de malezas de ALAM (4). Los tratamientos evaluados en cada caso fueron:

Profit 75 GD. Aplicado en caña planta en suelo ligero con alta humedad.
1.-Testigo absoluto o sin aplicación.
2.- Profit 75 GD a 0.150 kg ha^{-1} + Ametrina 80 GD a 1.5 kg ha^{-1}
3. *Isoxaflutole* GD 75 a 0.150 kg ha^{-1} + Ametrina GD 80 a 1.5 kg ha^{-1} (estándar)
4.- (*imazapir* 87.5 g/L + *Imazapic* 262.5 g/L) LS 35 a 0.50 L ha^{-1} (estándar)
Malezas predominantes en orden descendente: *Rottboelia cochinchinensis* (*Zancaraña*), *Sorghum halepense* (Don Carlos), *Ipomoea trífida* (Aguinaldo marrullero), Mucuna pruriens (Pica-pica) y *Vigna vexillata* (Frijol marrullero).

Klinex 35 LS. Aplicado en retoño con cobertura de paja en periodo y condiciones secas.
1.-Testigo absoluto o sin aplicar.
2.- (*imazapir* 87.5 g/L + *Imazapic* 262.5 g/L) LS 35 a 0.50 L ha^{-1} (estándar).
3.- Klinex 35 LS a 0.5 L ha^{-1}.
4.- (*isoxaflutole* + *indazilflam*) SC 60 (estándar) a 0.250 kg ha^{-1}.
Malezas predominantes en orden descendente: *Ipomoea trífida* (Aguinaldo marrullero), *Brachiaria fasciculata* (Súrbana), Mucuna pruriens (Pica-pica), y Cyperus rotundus (Cebolleta).

Trigger GD 75. Aplicado en caña planta. Altura de las malezas 25 cm y del cultivo 100 cm.

1.-Testigo absoluto o sin aplicación.
2.-*Trigger GD 75* a 0.04 kg ha^{-1} + Asupax LS 40 a 4.0 L ha^{-1}
3.-T*rifloxisulfurón sódico* GD 75 a 0.04 kg ha^{-1}(estándar) + Asupax LS 40 a 4.0 L ha^{-1}
Malezas predominantes en orden descendente: *Sorghum halepense* (Don Carlos) 40 %, *Dichanthium annulatum* (Camagüeyana*)* 20 %, *Hiparrhenia ruffa* (Faragua) *20 % Brachiaria mutica* (Paraná) 15 % y *Mucuna pruriens* (Pica-pica) 5%.

Machetazo Xtra GS 68. Aplicado sobrebmalezas en activo crecimiento con altura de 60 cm.

1.-Testigo absoluto o sin aplicación
2.-Glifosato LS 48 (estándar) a 3.5 L ha^{-1}
3.-Machetazo Xtra 68 GS a 1.5 kg ha^{-1}
4.-Machetazo Xtra 68 GS a 2.0 kg ha^{-1}
5.-Machetazo Xtra 68 GS a 2.5 kg ha^{-1}

Malezas predominantes en orden descendente: *Dichanthium annulatum* (Camagüeyana) 60%, *Paspalum virgatum* (Caguazo) 20%, *Echinochloa colona* (Metebravo) 10%, *Ipomoea trífida* (Aguinaldo marrullero) 5% y *Urena lobata L.* (Malva blanca) 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Profit GD 75

En el chequeo efectuado a los 60 días (Tabla I) se observó un efectivo control de las malezas en los tres tratamientos en comparación con el testigo sin aplicación. La fitotoxicidad sobre el cultivo fue grado 1 (ningún efecto) según la escala EWRS.

Tabla I. Cobertura de malezas (%) a los 60 dda y fitotoxicidad sobre el cultivo.

Tratamiento	Total	Rotco	Sorha	Ipotr	Mucpr	Vigve	Fit.
Testigo sin aplicación	40	17	9	6	5	3	
Profit + Ametrina	2.3	0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	1
Isoxaflutole + Ametrina	2.5	0.8	0.7	0.3	0.4	0.3	1
Imazapir + Imazapic	2.4	0.8	0.8	0.4	0.3	0.1	1

Rotco: *Rottboelia cochinchinensis*, Sorha: *Sorghum halepense*, Ipotr: *Ipomoea trífida*, Mucpr: Mucuna pruriens y Vigve: *Vigna vexillata*.

Klinex 35 LS

En el chequeo realizado a los 60 dda (tabla II) se observaron resultados similares en el control de todas las especies en los tres tratamientos evaluados. No se observó ningún efecto fitotóxico sobre el cultivo.

Tabla II. Cobertura de malezas (%) a los 60 dda y fitotoxicidad sobre el cultivo.

Tratamiento	Total	Ipotr	Cypro	Vigve	Brafa	Mucpr	Fitotox-icidad
Testigo sin aplicación	15.9	4.5	4.6	2.9	2.6	1.3	
Imazapir + Imazapic 35 LS	8.5	3.5	2.0	0.4	1.6	1.0	1
Klinex 35 LS	8.9	2.9	2.3	0.5	1.8	1.4	1
(IFT+Inda)* SC 60	9.1	3.5	2.5	0.4	1.5	1.2	1

Ipotr: *Ipomoea trífida*, Cypro: *Ciperus rotundus*, Vigve: *Vigna vexillata*, Brafa: *Brachiaria fasciculata* y Mucpr: *Mucuna pruriens.*

* isoxaflutole + indazilflam

Trigger 75 GD

A los 45 dda (Tabla III) se observó un control excelente (91-100 %) en ambos tratamientos sin marcada diferencia entre ellos permaneciendo el área completamente libre de malezas hasta el "cierre" del campo. No se observaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivo, variedad C1051-73 aunque se hizo la aplicación en ocasiones muy próximo a las hileras de caña, por debajo del follaje que permitió controlar el *Sorghum halepense* (Don Carlos) que se encontraba en el centro de los surcos de caña.

Tabla III. Control de malezas (%) y fitotoxicidad sobre el cultivo a los 45 dda.

Tratamiento	Total	Sorha	Dican	Hipru	Bramu	Mucpr	Fito
Trigger + Asupax	98	98	100	97	96	100	1
triflox* + Asupax	97	98	94	98	97	98	1

Sorha: *Sorghum halepense* 40%, Dican: *Dichanthium annulatum 20%*, Hipru: *Hiparrhenia ruffa 20%*, Bramu: *Brachiaria mutica 15 % y*Mucpr: *Mucuna pruriens 5%*

triflox.*: trifloxisulfurón sódico GD 75

Machetazo Xtra 68 GS

A los 60 dda (Tabla IV) se observó que Machetazo Xtra a 1.5 L ha^{-1} realizó un control de malezas muy bueno (90%), el cual fue similar al realizado por Glifosato 3.5 L ha^{-1}, utilizado como estándar, mientras que Machetazo Xtra a 2.0 y 2.5 L ha^{-1} realizaron un control de malezas excelente (92 y 93%) respectivamente, con un necrosado generalizado en *Dichanthium annulatum* (camagüeyana) y *Paspalum virgatum* (caguazo). Sólo Ipomoea trífida (aguinaldo marrullero) mostró cierta tolerancia a estos productos herbicidas, con control entre 72-76 % (bueno) pero con síntomas visibles de marchitez y sin diferencias con el Glifosato 3.5 L ha^{-1}, estándar.

Tabla IV. Control de malezas (%) a los 60 días después de la aplicación.

Tratamientos	Total	Dichan	Pasvi	Echico	Ipotr	Urelo
Glifosato 3.5 L ha^{-1}	90	100	92	94	74	92
Machetazo Xtra 1.5 kg ha^{-1}	90	100	92	94	72	93
Machetazo Xtra 2.0 kg ha^{-1}	92	100	94	98	74	93
Machetazo Xtra 2.5 kg ha^{-1}	93	100	94	98	76	95

Dichan: *Dichanthium annulatum 60%*, Pasvi*: Paspalum virgatum 20%*, Echico: E*chinochloa colona 10%*, Ipotr: *Ipomoea trífida 5%*y Urelo: *Urena lobata 5%.*

CONCLUSIONES

Profit 75 GD a 0.150 kg ha^{-1} en mezcla de tanque con 1.5 kg ha^{-1} de Ametrina 80 GD aplicado inmediatamente después de la plantación en condiciones de suelos ligeros con humedad tiene una eficacia herbicida similar a los estandares Isoxaflutole GD 75 más Ametrina a igual dosis y (imazapir 87.5 g/L + imazapic 262.5 g/L) a 0.50 L $ha^{-1.}$

Klinex 35 LS (imazapir 87.5 g/L + imazapic 262.5 g/L) a 0.50 L ha^{-1} aplicado sobre cobertura de paja inmediatamente después de la cosecha mostró similar control de todas las malezas al obtenido con la aplicación de (imazapir 87.5 g/L + imazapic 262.5 g/L) LS 35 a 0.50 L ha^{-1} y (*isoxaflutole* + *indazilflam*) SC 60 a 0.250 kg ha^{-1}.

Trigger 75 GD. La mezcla en tanque de Trigger 75 GD a 0.04 kg ha^{-1} + Asupax LS 40 a 4.0 L ha^{-1} realizó un control total de malezas hasta más de 45 días después de la aplicación, comparable a la mezcla de Trifloxisulfurón sódico GD 75 a 0.04 kg ha^{-1} + Asupax LS 40 a 4.0 L ha^{-1} que incluyó a las gramíneas perennes "problema" *Sorghum halepense* (Don Carlos), *Dichanthium annulatum* (camagüeyana) y *Brachiaria mutica* (paraná) sin provocar daños fitotóxicos a la caña de azúcar, cultivar C1051-73.

Machetazo Xtra 68 GS. Machetazo Xtra 68 GS (glifosato) aplicado a 1.5 kg ha^{-1} en post-emergencia media con altura de las malezas de aproximadamente 60 cm de altura y en activo crecimiento ejerce un control eficaz de malezas, comparable al realizado por Glifosato LS 48 a 3.5 L ha^{-1} utilizado como estándar.

REFERENCIAS

1.-Zaprian, I. Experimentación agricola. 1era ed., La Habana, Editorial Cientifico Tecnica,1976 p 98.

2.- Fischer, F. (1975). Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. Rev. Agric., 8 (1): 70-80.

3-Johannes, H. y J. Schuh. 1971. Das bonitierungsschema 1-9. European Weed Research Council.(EWRS), Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.

4.-ALAM (1974). Resumen del panel sobre métodos de control de malezas en Latinoamérica. II Congreso ALAM, 1: 1–48.

INFLUENCIA DE DOS SISTEMAS DE SOMBRA EN LA DIVERSIDAD DE ARVENSES DENTRO DE UN AGROECOSISTEMA FORESTAL CACAOTERO

INFLUENCE OF TWO SHADOW SYSTEMS IN THE ARVENS DIVERSITY WITHIN A CACAOTERO FORESTAL AGROECOSYSTEM

Gonzalez, Y*, Leyva, A*, Pino, O*, Ruiz, V*, Arévalo, A. R*, Gómez, Y*, Antoniolli, I*, Chinea, Z*, Martín, A*, Fuentes, A.

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) Miramar, Playa, Habana.
tecnologia481@iift.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en el poblado del Yunque, comunidad de Santa Rosa, municipio de Baracoa provincia Guantánamo. Se muestrearon 10 parcelas por área (dos áreas con diferentes intensidades luminosas), con el objetivo de determinar la mejor intensidad luminosa para lograr un mayor equilibrio ecológico de arvenses dentro de los Agroecosistemas Forestales Cacaoteros. Se realizó un inventario de las especies de arvenses, determinandose la frecuencia relativa de especies y el coeficiente de comunidad así como la evaluación de diferentes índices de diversidad (riqueza, diversidad y dominancia de las especies). Alcanzándose como resultado principal, que el área 1 (*IL= 1232%*) es la de mejores condiciones para propiciar el equilibrio ecológico en los agroecosistemas forestales cacaoteros, al presentar mayor riqueza, mayor diversidad y menor dominancia de las especies de arvenses presentes. Por lo que se debe manejar la sombra en el cultivo del cacao teniendo en cuenta esta intensidad luminosa.

Palabras Claves: equilibrio ecológico, riqueza, diversidad, dominancia, agroecosistema forestal cacaotero, intensidad luminosa.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the village of Yunque, community of Santa Rosa, municipality of Baracoa province Guantánamo. Ten plots per area (two areas with different luminous intensities) were sampled, with the aim of determining the best light intensity to achieve a better ecological balance of weeds within the Cacao Forest Forest Agroecosystems. An inventory of the species of weeds was carried out, determining the relative frequency of species and the community coefficient as well as the evaluation of different indexes of diversity (richness, diversity and dominance of species). The main result is that area 1 *(IL = 1232%)* is the one with the best conditions to promote the ecological balance in the cocoa forest agroecosystems, as it presents greater richness, greater diversity and less dominance of the present arable species. Therefore the shade should be managed in the cultivation of the cocoa taking into account this luminous intensity.

Key words: ecological balance, richness, diversity, dominance, cocoa forest agroecosystem, luminous intensity.

INTRODUCCIÓN

El interés mundial por los problemas del medio ambiente, su racional utilización para satisfacer las necesidades humanas y preservarlo para las generaciones futuras, ha crecido continuamente en los últimos años. En vista a mantener el éxito y un equilibrio en las producciones de los agroecosistemas, uno de los principios más utilizados es el de: “Diversificar específica y genéticamente los agroecosistemas en el tiempo y el espacio”. Por eso se expone la importancia de la biodiversidad en su relación con una agricultura

ecológica y sostenible. En tal sentido, se hará referencia a una frase de Altieri (1997) **(1)**, citada por Leyva y Pohlan (2005) **(2)**, quien indicó:

"La importancia de la biodiversidad en su relación con la agricultura ecológicamente sustentable radica en que la misma está intrínsecamente relacionada con la vulnerabilidad asociada a la uniformidad genética. La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos existentes que interactúan dentro de un ecosistema, siendo los agroecosistemas los principales responsables de su afectación al ser esta reemplazada por un pequeño número de plantas cultivadas y de animales domésticos, que manejados inadecuadamente, impiden la presencia de numerosos insectos y microorganismos básicos para mantener el equilibrio ecológico; por ello, los sistemas productivos donde predominan los monocultivos, son los agroecosistemas más susceptibles a ser perturbados y, por tanto, son los principales promotores del desequilibrio ecológico.**"**

El objetivo del presente trabajo es determinar la mejor intensidad luminosa para lograr un mayor equilibrio ecológico de las arvenses dentro de los Agroecosistemas Forestales Cacaoteros, evaluándose la diversidad y riqueza de especies de arvenses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis de la biodiversidad se realizó un análisis de todas las especies existentes en las áreas, empleando el método visual el conteo y estimación del área ocupada por las especies según el caso de estudio y según los métodos de determinación de la biodiversidad de Moreno (2001) **(3)**.

Se montaron 10 parcelas por áreas, de 20 por 50 m total para un total de 20 parcelas evaluadas, marcando dentro de cada parcela 10 puntos de 1 m^2 para el análisis de las principales arvenses presentes en el agroecosistema. Después se procedió a la determinación de la frecuencia relativa de especies y el coeficiente de comunidad según la formula descrita por Jaccard (1972) citado por Moreno (2001) **(3)**.

$$Fr = \frac{N}{A} * 100$$

Donde: Fr-Frecuencia relativa de especies

N- # de parcelas en los que la especie está presente.

A- Total de parcelas evaluadas

Según la frecuencia relativa, las especies se clasificaron en:

0 - 25%	Accidentales
26 - 49%	Poco frecuentes
50 – 74%	Medianamente frecuentes
Más del 75%	Muy frecuentes

$$CC = \frac{Nc}{N} * 100(\%)$$

Donde: CC – Coeficiente de comunidad

Nc _ Especies comunes en todas las parcelas

N _ Total de especies determinadas

Luego se procedió a caracterizar el agroecosistema según las especies, características del área y condiciones existentes.

3.3. Análisis estadístico:

Con los datos referentes a la cantidad de arvense, plantas de frutales, forestales y de cacao en el área de estudio, además de utilizarse la información registrada de una plantación tecnológicamente adecuada como control (testigo). Se realizó un análisis de varianza, para comparar la diferencia significativa entre las medias, empleando el rango múltiple por Tukey para cada factor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La **figura 1** representa la distribución de las especies de arvenses y posturas presentes en el estrato herbáceo (sotobosque) dentro de cada área de estudio (relación individuo-especie). En el área 1 *(IL= 1232%)* las

especies presentes tienen mayor número de individuos que en el área 2 *(IL= 434%)*, lo que demuestra que en el área 1 la riqueza de especies y unido a esta la abundancia de especies es mayor que en el área 2.

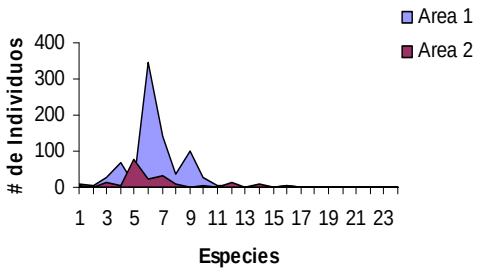


Figura 1: Distribución espacial de las especies de arvenses y posturas en las áreas de estudio.

Al respecto Delgado y Finegan, (2001) **(4)** en estudios realizados en bosques tropicales plantean que es un hecho, que el mayor número de especies por unidad de área en estos bosques no se encuentra en el estrato arbóreo, sino más bien en el sotobosque, lo que condiciona el estudio de la biodiversidad vegetal, obligando al investigador a considerar tanto la comunidad arbórea (el enfoque tradicional) como las especies no arbóreas del sotobosque.

Así mismo los resultados de nuestros estudios demuestran que para los agroecosistemas forestales cacaoteros existe un comportamiento similar al de los bosques tropicales.

La tabla 1 refleja la frecuencia relativa de las especies de arvenses en el área 1 (IL= 1232%) y en el área 2 (IL= 434%), demostrando que existe un número elevado de especies de arvenses que son raras, por ello en ambas áreas existe una elevada diversidad biológica de arvenses, sin embargo, es mayor en el área 1(IL= 1232%) con un 8,3 % del total.

Tabla 1: Frecuencia de especies de arvenses presentes en el área 1

Clasificación	**Cantidad de especies**		**% del total**		**Especies más frecuentes**	
	Área 1	**Área 2**	**Área 1**	**Área 2**	**Área 1**	**Área 2**
Accidentales	19	12	79.2	50.0		
Poco frecuentes	2	10	8.3	41.7	Paragüita	Palma postura
Medianamente frecuentes	1	1	4.2	4.2	Oro Azul, Cañamazo	Lipil lipil postura
Muy frecuentes	2	1	8.3	4.2		
Total	**24**	**24**	**100**	**100**		

Resultados que corroboran que todos los agroecosistemas son dinámicos y sujetos a diferentes niveles de manejo y los arreglos de cultivos (en nuestro caso de la sombra) en el tiempo y en el espacio cambian continuamente frente a factores biológicos, culturales, socioeconómicos y ambientales. Tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad espacial y temporal característica de regiones agrícolas, la que a la vez condiciona el tiempo de biodiversidad presente (Altieri. *et al*, 2004) **(5)**.

En la tabla 3, se refleja que el grado de uniformidad de las especies comunes en el área 1(IL= 1232%) es mayor que en el área 2 (IL= 434%). En este caso coincidimos en que las especies comunes determinan el grado de estabilidad y uniformidad de las especies vegetales del sotobosque, como plantearan Delgado y Finegan (2001) **(4)** en estudios realizados en bosques tropicales.

Tabla 3: Coeficiente de Comunidad de las especies de arvenses más frecuentes

Área	**Puntos**	**Especies más frecuentes**	**Especies Comunes**	**Total de Especies**	**Coeficiente Comunidad**
1	10	3	2	24	8.3
2	10	2	1	24	4.2

La tabla 4 muestra los resultados de los índices de diversidad, riqueza y dominancia de especies de arvenses según resultados obtenidos mediante el software profesional Biodoversity. Se demuestra que existe una mayor diversidad de especies en el área 1, ocurriendo de forma similar para el índice de riqueza; y el índice de dominancia para el área 1 = 0.4 menor que el del área 2, lo que significa que en esta área la dominancia de 1 especies por encima del total de las especies es menor y por tanto la diversidad es mayor y viceversa.

Tabla 4: Índices de especies de arvenses encontradas en el ecosistema.

Índices de las especies de arvenses			
Área 1		**Área 2**	
Índices	**Valor**	**Índices**	**Valor**
H	1.4	H	0.8
Rm	23.7	Rm	15.6
Ds	0.4	Ds	0.5

Estos resultados demuestran que el sistema de sombra para el cultivo del cacao establecido en el área 1 *(IL= 1232%)* favorece la diversidad de especies de arvenses en el estrato herbáceo (o sotobosque) dentro de un agroecosistema forestal cacaotero, manteniendo un equilibrio ecológico sin dañar las producciones de cacao.

CONCLUSIONES

- El área 1 (IL= 1232%) presenta una mayor frecuencia relativa de especies arvenses de un total de 24 encontradas; con un mayor coeficiente de comunidad.
- La evaluación de los índices de diversidad concluye en que la mejor área es la 1 (IL= 1232%). Porque se obtiene mayor riqueza de especies, mayor diversidad y menor dominancia de las especies (a menor dominancia mayor diversidad).

REFERENCIAS SELECCIONADAS

(1). Altieri, M. A. Bases Agroecológicas para una agricultura sostenible. Clase II. Curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. 1997.

(2). Leyva, G, A y Pohlan, G. Agroecología en el Trópico. Ejemplos para Cuba. 2005. 267p.

(3). Moreno, E. C. *et al*. Métodos para medir la biodiversidad. Edita: CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para America Latina y el Caribe. UNESCO. 2001. 84p.

(4). Delgado, D y Finegan, B. Biodiversidad vegetal en bosques manejados. Revista Forestal Centroamericana. 2001, No. 25, enero-marzo (p. 14 -20).

(5). Altieri, M. A. *et al*. Dimensiones multifuncionales de la agricultura ecológica en América Latina. Naturaleza y función de la biodiversidad en la agricultura. Clase III. Curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. 2004.

INFLUENCIA DEL MANEJO CONVENCIONAL SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN FERRALSOLES PLANTADOS CON CAÑA DE AZÚCAR

INFLUENCE OF CONVENTIONAL TILLAGE ON SOIL ORGANIC CARBON BEHAVIOUR IN FERRALSOLS CROPPED WITH SUGARCANE

González H. Maribel *, Arcia P.J., de León O.M., Fernández A. y Barreto Bárbara
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, CP 19390. E-mail: maribel@inica.azcuba.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Jovellanos provincia Matanzas, tomando como base la información de carbono orgánico del suelo (COS) y los rendimientos agrícolas de los tratamientos testigos de 14 experimentos plantados con caña de azúcar en Ferralsoles, con el objetivo de profundizar en las causas que conducen a la pérdida de COS en un periodo de 30 años. El comportamiento del COS estuvo sujeto a la perturbación del suelo, con una pérdida considerable en los años de monocultivo en el ciclo caña planta, mientras que en los retoños, se mantuvo invariable en todo el periodo. La pérdida de COS ascendió a 46% en 30 años, mientras que en los retoños se estableció un equilibrio entre las entradas y las salidas, que prevaleció en el tiempo.

PALABRAS CLAVES: carbono orgánico del suelo, caña de azúcar, Ferralsoles.

ABSTRACT

The research was carried out at the Provincial Sugarcane Research Station of Jovellanos, Matanzas province, based on soil organic carbon (SOC) and the agricultural yields data of the control treatments come from 14 experiments planted with sugar cane in a Ferralsol soil, with the objective to deepening in the causes that lead SOC losses in a period of 30 years. The behavior of SOC was subject to soil disturbance, with a considerable loss in cane plant cycle during 30 years of monoculture, whereas in the shoots, it remained unchanged throughout this period. SOC losses amounted 46% in 30 years, while in the shoots it was established a balance between carbon inputs and outputs, which prevailed over the time.

KEY WORDS: soil organic carbon, sugar cane, Ferralsol soil.

INTRODUCCIÓN

El manejo convencional del suelo puede inducir cambios notables en su contenido de carbono orgánico (CO) (1). La perturbación de la estructura del suelo provoca la oxidación del CO protegido en los microagregados y con ello, su disminución y la pérdida de capacidad para producir (2).
Se conoce que en suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar, parte del C almacenado durante todo un ciclo de cosechas, es perdido en el período de replanteo (cada seis o siete años, aproximadamente), cuando el suelo es labrado con arado de disco y subsolado (3). Al respecto durante las labores de preparación para la plantación, se pierde casi totalmente la capacidad del suelo para secuestrar carbono (C) (4).
Se observó que existe relación entre los residuos dejados en el campo después de la cosecha y las reservas de COS (5), por lo que podía esperarse que durante un ciclo de cosechas, se produjera acumulación de su contenido.
En Cuba los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar son manejados convencionalmente, con una intensa preparación del suelo para la plantación, por lo que el objetivo del trabajo es profundizar en las

causas de la pérdida de CO en Ferralsoles sometidos a manejo convencional, monocultivados con caña de azúcar por un periodo de 30 años en la provincia matanzas.

MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Se tomaron datos de COS y rendimiento agrícola provenientes de experimentos conducidos en la Estación Experimental *Antonio Mesa* de Jovellanos, provincia Matanzas, ubicada entre los 22º48'26,4″ N y -81º11'55,4″ O.

El área se caracteriza por presentar precipitaciones anuales en el rango de 1400 a 1600 mm y una humedad relativa de 80±3,8%; con una temperatura media anual de 24,1±2,3ºC, una evaporación media anual de 1381,8±27,8 mm y una evapotranspiración de referencia anual de 86,36 mm, con un período poco lluvioso de noviembre a abril, donde la evaporación excede las precipitaciones y otro lluvioso con un comportamiento a la inversa, que se extiende de mayo a octubre.

Para el estudio se tomaron 1347 datos de COS (Walkley y Black) de la capa cultivable (0-20 cm) y el rendimiento agrícola (t caña ha^{-1}), correspondientes al ciclo caña planta (CP) y cuatro retoños (R1, R2, R3 y R4), de parcelas testigos[1] de 14 experimentos de campo (Tabla I).

Tabla I. Comportamiento del carbono orgánico del suelo por cepa.

	n	Media	Mínimo	Máximo	Desv.Est.
			t ha^{-1}		
COS_CP	347	39,19	25,21	58,71	9,79
COS_R1	400	37,10	20,81	50,77	4,83
COS_R2	414	39,43	28,56	56,28	6,05
COS_R3	94	40,43	29,01	51,93	4,97
COS_R4	92	42,96	26,03	56,76	5,76

Las reservas de COS y la cantidad de C aportada por los residuos de cosecha al CO del suelo se determinaron de acuerdo con la ecuación (1).

$$COS\ (t\ ha^{-1}) = C\_foliar + C\_radical + C\_suelo \quad (1)$$

Dónde:

COS es el carbono orgánico del suelo más los aportes de C de los residuos de cosecha; C_foliar es el C aportado por los residuos de cosecha; C_radical es el C aportado por el sistema radical.

El aporte de C de los residuos foliar y radical al COS fue determinado de acuerdo con (4).

Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó el programa Statistica V.8 de StatSoft. La normalidad de los datos fue comprobada mediante la prueba de Shapiro-Wilk's W y los datos fuera de rango en ±2 desviaciones estándares, fueron rechazados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la dinámica del COS durante 30 años de explotación del suelo, de manera general se observó una tendencia al incremento del CO en el suelo en la medida en que avanzaba la edad del cultivo (Figura 1).

El COS correspondiente al primer retoño, experimentó una depresión con relación al de CP, pero sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos ciclos. No obstante, a partir de ese momento, comenzó a acumularse el CO en el suelo, producto del aporte continuo de C de los residuos al COS (5) encontró un aporte anual de C al COS proveniente de los residuos de cosecha de 1,95 t ha^{-1} a la profundidad de 0-20 cm en Ferralsoles. Un valor menor fue reportado en Brasil (1,5 t ha^{-1}) (6), por lo que estas cantidades

[1] Parcelas testigos: Tratamiento dentro de los experimentos que no recibe ningún tipo de fertilizante.

varían de acuerdo con la calidad del residuo (relación carbono/nitrógeno), condiciones ambientales y el manejo que reciban la planta y el suelo.

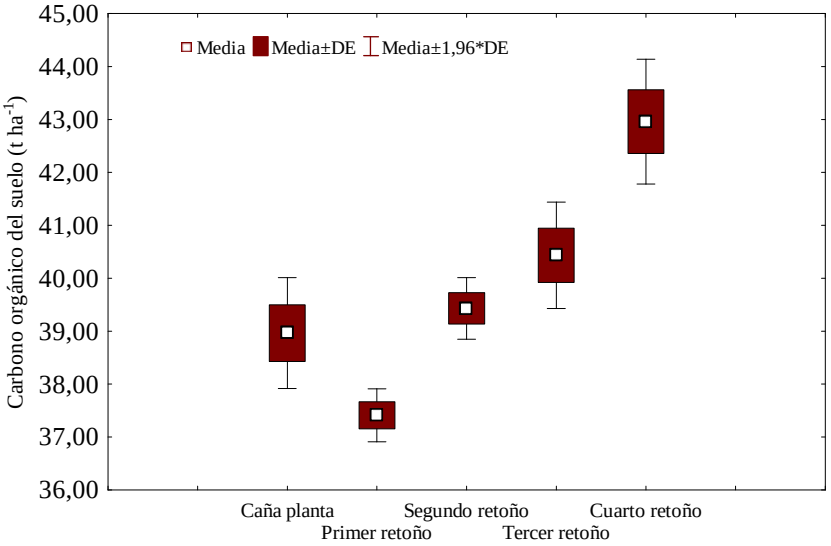


Figura 1. Comportamiento del COS durante el ciclo de cosechas de la caña de azúcar (DE es desviación estándar).

Se pudo constatar que solamente el ciclo correspondiente a CP experimentó una caída al término de 30 años en las reservas de COS, equivalente a una pérdida de 46,0% COS (-28 t ha^{-1}), que se ajustó a un modelo exponencial de la forma $y=55{,}838e^{-0{,}002x}$ (R^2=0,76). Sin embargo, a partir del R1, se observó una estabilización de la variable en el tiempo (Figura 2).

La tendencia del COS mostrada, donde sólo disminuyó el COS en CP y en los retoños se mantuvo estable, da la medida de las implicaciones de las labores de preparación del suelo en la pérdida de calidad del suelo para sostener la producción agrícola, pues a pesar de acumularse durante todo un ciclo de cosechas (CP hasta R4), éste se perdió durante el periodo de reposición del cultivo.

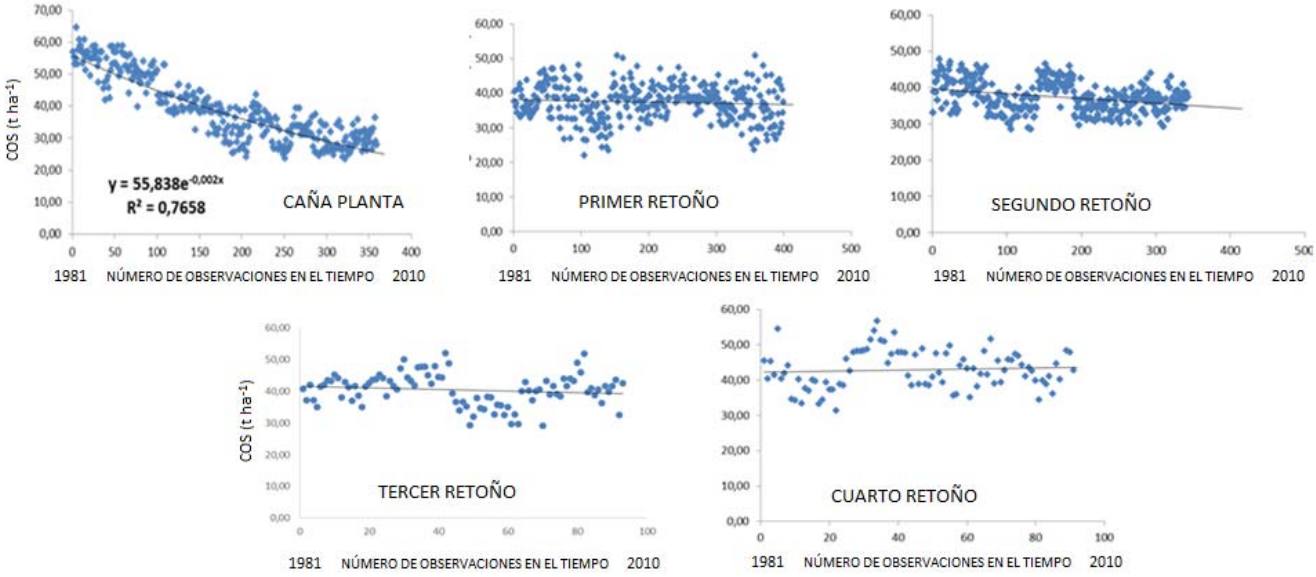


Figura 2. Dinámica del CO en un suelo monocultivado con caña de azúcar por 30 años (1981 - 2010).

Al respecto, la disminución en el COS es más bien una función de la perturbación del suelo que del aporte de residuos (1), lo que quedó evidenciado con los resultados obtenidos en este trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El comportamiento del carbono orgánico está sujeto a la perturbación del suelo, con una pérdida considerable en 30 años de monocultivo de la caña de azúcar, mientras que en los retoños, se mantiene invariable.

La pérdida de carbono orgánico del suelo ascendió a 46% en 30 años, mientras que en los retoños se establece un equilibrio entre las entradas y las salidas, que prevalece en el tiempo.

Con la finalidad de revertir la pérdida de COS, es recomendable adoptar un manejo conservacionista del suelo donde prevalezca la perturbación mínima y el mantenimiento de los residuos de cosecha en el suelo.

REFERENCIAS

1. Urquiaga S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. Global Change Biol. 2010, 16:784-795.

2. Umrit G.; Ng Cheong R.; Gillabel J. y Merckx R. Effect of conventional versus mechanized sugarcane cropping systems on soil organic carbon stocks and labile carbon pools in Mauritius as revealed by ^{13}C natural abundance. Plant and Soil. 2014. 287, p. 316-325.

3. Resende A.S.; Xavier R.P.; Oliveira O.C.; Urquiaga S.; Jr. Alves B. y Boddey R.M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco, N.E. Brazil. Plant Soil 2006. 281, p. 339–351.

4. La Scala J.N.; de Figueiredo E.B. y Panosso A.R. A review on soil carbon accumulation due to the management change of major Brazilian agricultural activities. Braz. J. Biol. 2012, vol. 72, no. 3 (supl.), p. 775-785.

5. González H. Maribel. Análisis del comportamiento del carbono orgánico de un suelo Ferralítico Rojo sometido a diferentes manejos con caña de azúcar (*Saccharum* spp) utilizando la modelación. [Tesis presentada en opción al grado de Dra. En Ciencias Agrícolas]. 2017. Universidad Agraria de la Habana. 100 pp.

6. Cerri, C.C, Galdós M.V.; Maia S.M.F.; Bernoux M.; Feigl B.J.; Poulson D y Cerri C.E.P. Effect of sugarcane harvesting systems on soil carbon stocks in Brazil: an examination of existing data. 2010. Volume 62, p 23–28.

MODDUS CE 25 (*Trinexapac – etil*) MADURADOR EN CAÑA DE AZUCAR

MODDUS CE 25 (*Trinexapac –etil*) RIPENING IN SUGAR CANE

[1]Tobio Fidel Hernández Hernández, [1]Juan O'Farril Negrín, [1]Yilian Walker Bauza, [1]Cesario Blanco González, [2]José A Romero, [2]Victorino García Rodríguez, [1]Inoel García Ruíz, [1] Francisco Cuadras Isaac, [3]Joaquín Díaz Díaz, [1]Lisset Casabona Dihigo

[1]Estación Provincial de Investigación de la Caña de Azúcar, Jovellanos, Matanzas;
[2]UEB Atención a Productores Agropecuarios "Jesús Rabí"
[3] Grupo Empresarial Azucarero Azcuba
fidel.hernandez@epicamt.azcuba.cu, fcuadrasi@epicamt.azcuba.cu.

RESUMEN

Con el objetivo de aumentar el rendimiento industrial en la UEB Jesús Rabí se montaron extensiones de Moddus CE 250 (trinexapac-etil) para moler durante una decena con el madurador y compáralo con la no tratada, el estudio se realizo en varia unidades de producción cañeras, en suelo ferralítico rojo, con escasa precipitación, en varias cepas y cultivares. Se observo aumento de la concentración de sacarosa en el jugo y se demostró buenos resultados a partir de los 45 días de la aplicación. Se obtuvo incremento de porcentual 1.05 con una ganancia de 6.47 CUP ingreso / CUP invertido
Palabra clave: Moddus Maduradores- altos rendimientos industrial

ABSRACT

For the sake of increasing the performance industrial in the UEB Jesús Rabí got on Moddus's extensions LETTER C 250 (trinexapac etil) to grind during a group of ten with the ripening and , compare it study to the treated the himself I realize in varied cane units of production, in ground red ferralítico, with scarce precipitation, in several ancestries and cultivares. Himself I observe increase of the concentration of sucrose in the juice and demonstrated him good guys proven to be as from the 45 days of application. He obtained increment of percentage 1,05 with 6,47 CUP'S profit I deposit inverted CUP
Key word: Moddus Maduradores tall performances industrial

INTRODUCCION

La mayoría de los productos usados como madurador en el país han sido herbicidas que, aplicados a dosis adecuada, afectan el follaje, eliminan en mayor o menor medida la yema terminal de los tallos, detienen el crecimiento y provocan la concentración de azúcar en el jugo y son muy exigentes en el momento de la cosecha porque ocurren deterioros y pueden provocar pérdidas importantes si la cosecha se atrasa.
Moddus CE 250 (trinexapac-etil) es un madurador fisiológico que no causa daños a los tallos y por tanto se eliminan los riesgos por deterioro de los tallos si la cosecha no se hace en el tiempo estipulado. Este producto ha demostrado en la producción de caña comercial de países de Latinoamérica buenos resultados en el incremento de la concentración de sacarosa en el jugo, siendo amigable con el medio ambiente y los seres vivos que rodeen las áreas de cultivo. [1] y [2] En Cuba a nivel experimental demostró mejores resultados que Clethodim a partir de los 45 días de la aplicación, sin daño foliar a los tallos, siendo esos resultados la base para hacer una prueba extensiva con decena de molida en la zafra 2013-2014.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizo en dos etapas de investigación la primera fue para registrar el Moddus CE 250 (trinexapac-etil) y la segunda, extensión en suelo Ferralítico rojo de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Los indios", El Roque y la CPA Dagoberto Rojas perteneciente a la UEB atención al producto "Jesús Rabí", Calimete, Matanzas, se aplicaron dos tratamiento (I.- testigo absoluto y II.- Moddus a 0,75 $L.ha^{-1}$) el medio se aplicación fue con avión AN 32 descargando sobre el follaje del cultivar C86-12 a una altura de vuelo de 3 a 5 metro a una velocidad de trabajo de 160 km/hora el estaquillado fue cada 20 metros y la solución final de 32 $L.ha^{-1}$,se le aplicó madurador a 320,39 ha en los días del 15 – 18 de noviembre de 2013 , La velocidad del viento con racha máxima de 1.5m/seg.). Se utilizó la pista de aviación de Jagüey Grande. Se distribuyeron papel hidrosensible para comprobar la cantidad de gotas que caen en un centímetro cuadrado y definir la dosis real que fue de 0,76 $L.ha^{-1}$. Además se hicieron estaciones de muestreos en cada tratamiento y un punto especial dentro de la aplicación del producto para comprobar como testigo. Se tomaron muestras cada 15 días, se realizaron mediciones de altura, diámetro, población, chequeo al follaje, brix superior e inferior. Posteriormente se tomaron muestras de tallos por decena para enviar al laboratorio del central para realizar análisis azucarero, la humedad en el suelo en el momento de la aplicación fue escasa, típico del período seco en nuestras condiciones. Inicio de la cosecha el día 11 de enero de 2014 a los 57 días de la aplicación. Las precipitaciones en noviembre antes de la aplicación fueron escasas, después de la aplicación llovió en enero un día 15 mm.

Tabla I Características del área en estudio.

Variedad	ha	Cepa	Producción (t)
C85-102	118	Frio	13175
C86-12	50,48	R. Quedado	2258
C89-147	129,18	Retoño	8250
C86-12	22,73	Retoño	4047
Total	320,39		27730

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El brix inferior y el superior fueron superiores al testigo en toda la dinámica del estudio obteniéndose los mejores resultados a los 30 días de la aplicación

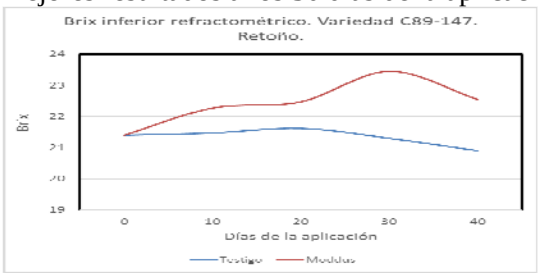


Fig. 1. Brix inferior refractométrico.

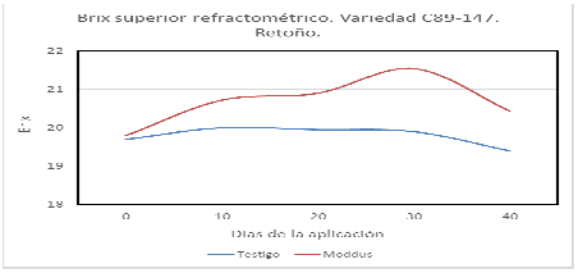


Fig. 2. Brix superior refractométrico.

El comportamiento del brix en la C86-12 en retoño quedado desde los 20 días a la aplicación hasta 48 días mantuvo la meseta en el brix inferior y en el superior se incremento notablemente el tratamiento con madurador Moddus. Lo que coincide con el registro del MODDUS que aplicado de 6 a 9 semanas antes de la cosecha, tiene un efecto madurante favoreciendo la concentración de sacarosa. [3]

Estos maduradores son reguladores de crecimiento que poseen la capacidad de producir cambios morfológicos y fisiológicos en el cultivo, actúan recudiendo el crecimiento de la planta y actuando sobre las invertasas, lo que propician el paso del los azúcares reductores (glucosa y fructosa) a sacarosa en la caña de azúcar. [4].

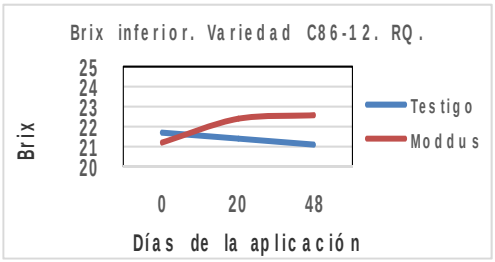


Fig. 3. Brix inferior refractométrico.

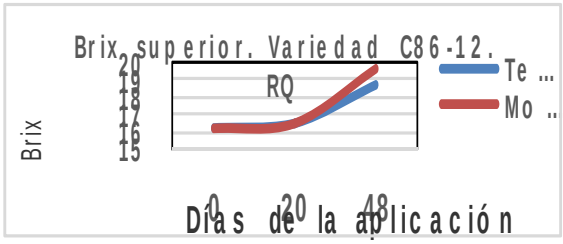


Fig. 4. Brix superior refractométrico.

Ambos brix fueron incrementándose a medida que los días de aplicación aumentaba se observa un incremento superior en la caña tratada después de los 20 días. Estos resultados son similares a los obtenidos [5].

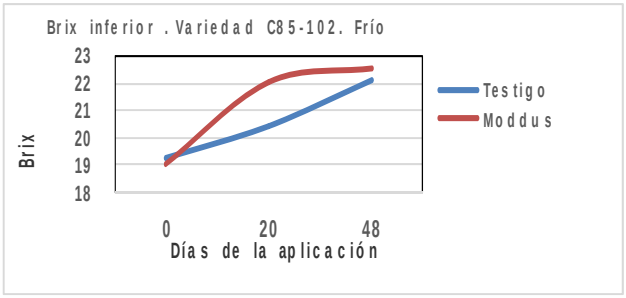


Fig. 5. Brix inferior refractométrico.

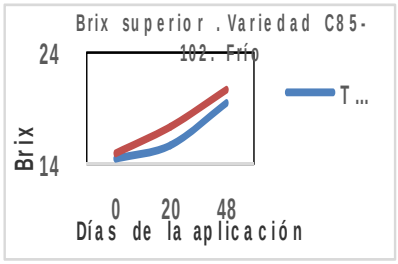


Fig. 6. Brix superior refractométrico.

El rendimiento industrial se incrementó desde el primer día de molida con Madurador Moddus obteniéndose molida estable hasta que el central se interrumpió por una rotura y hubo que para la molida.

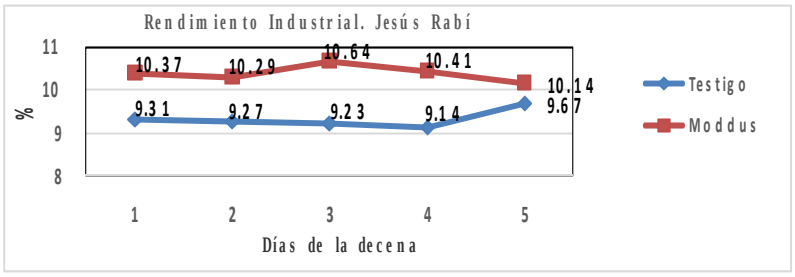


Fig. 7. Rendimiento industrial

Evaluación económica

Bases de cálculo

- Tasa de cambio: 1 USD = 0,96852 CUC = 24,21 CUP, Precio aproximado Moddus: 871,56 CUP/Litro., Dosis real Moddus: 0,76 L.ha^{-1}., Costo hora vuelo avión: 10826,1 CUP., Tiempo carga y descarga avión: 1 hora., Precio azúcar: 7480,0 CUP/t.

. Tabla II. Evaluación económica.

Indicadores	Jesús Rabí		
	Moddus	Testigo	incremento
Área tratada	320,39	969,3	
Dosis (L.ha-1)	0,76	0	
Producto consumido	243,5	0	
Precio/litro	871,56	0	
Costo producto/ha	662,39	0,00	
Costo avión/ha	251,8	0	
Costo avión + producto/ha	914,2	0	
Rendimiento industrial	10,4	9,32	1.08
Rendimiento agrícola	87,0	87	
Azúcar producida (t)/ha	9,02	8,11	0.91
Precio azúcar (CUP/t)	7480	7480	
Ingresos por azúcar (CUP)	67483,8	60650,8	
Diferencia de ingresos (CUP)	6832,980	-	
Ganancia (CUP)	5918,8	-	
CUP ingreso/CUP invertido	6,47	-	

CONCLUSIONES

1. Moddus CE 25 a 0.76 L.ha^{-1} p.c. no afecta la yema apical de los tallos ni provoca emisión de hijos aéreos en 7 variedades de caña de azúcar.
2. Moddus CE 25 a 0.76 L.ha^{-1} p.c. aplicado entre el 11 y 18 de noviembre incrementa el brix y pol de los tallos respecto al testigo no tratado.
3. El rendimiento industrial de la UEB Jesús Rabí en el período de molida evaluado aumentó en 1.05 % respecto al testigo.
4. En base a los indicadores de cálculo de la evaluación económica la aplicación del madurador fue rentable, con aportes de 6.47 CUP por CUP invertido en las UEB Jesús Rabí.
5. El uso de Moddus CE 25 como madurador disminuye los riesgos de pérdidas de caña de azúcar por atraso de la cosecha.
6. Por su importancia económica y ambientar aplicar Moddus CE 25 con mas días de molidas

BIBLIOGRAFIA

[1]. Buenaventura, C 1986. Control de la maduración de caña de azúcar. Memorias. Ed. Por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Tecnicaña. P. 299-308.

[2]. Nájera, BG. 1992. Diagnostico del manejo y funcionamiento de la sección de madurantes e inhibidores de la floración en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.)* en la empresa Pantaleón S.A. en Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, P. 48

[3]. REGISTRO LOCAL: del *MODDUS ® 250 CE* RSCO-0361/III/99.*SYNGENTA AGRO, S.A. DE C.V.1999.* www.syngenta.com.mx
[4]. Silva M. A.; y Caputo M.M 2012. Ripening and the use of ripeners for better sugarcane management, crop management. Disponible en http://www.intechopen.com/books/crop-management-cases-and-tools-for-higher-yield-and-sustainability/ripening-and-use-of-ripeners-for-better-sugarcane-management.
[5]. Díaz, J. C, A; L. Cutiño; I. Creach; H. Guevara; F. González; Z. Téllez; J. I. Martínez; O. Mastrapa; M. A. Rivero; E. Carrasco. (1992): Normas de los Maduradores Químicos Fusilade Ethrel, Glifosato y Moddus en diez variedades de caña de azúcar.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

SUSPENSIÓN DE LOS HERBICIDAS RESIDUALES EN AREAS CAÑERAS DE PREDEMOLICIÓN

SUSPENDING THE RESIDUAL HERBICIDES APPLICATION IN PREDEMOLITION CROP

Hernández, T.[1*], Díaz, J.[2], Cuadras, F[1], Romero, J. [3] y Gracias, V.[3]

1Estación provincial de investigaciones de la caña de azúcar.
2 Grupo Azcuba, 3 UEB Jesús Rabí
***E mail: fidel.hernandez@epicamt.azcuba.cu, fcuadrasi@epicamt.azcuba.cu.**

RESUMEN

Para evitar resistencia de las malezas a los herbicidas y disminuir la contaminación al ambiente, se seleccionaron áreas de la CPA Dagoberto Rojas, en suelo ferralítico rojo, 6to retoño, con cultivar C86-12 en secano, en las cuales se realizó aplicación de herbicidas residuales de similar principio activo durante más de cincos años. Se evaluaron los resultados de dos variables; cobertura de paja + herbicida residual y cobertura de paja sin residual, obteniéndose menores enyerbamientos cuando se aplicó residuales, hubo mejor control de *S. halepense*, *P. máximum* y dicotiledóneas, manteniéndose las parcelas limpias sin competencia con el cultivo. En esta variante se hace un gasto de residuales aplicados que no se tiene en la variante sin la aplicación de residual, en ésta se ahorra un tratamiento de herbicida residual y los que se realizan son con menor índice de consumo, debido a la menor cobertura de maleza que se cubre.
Palabras clave: Rotación – herbicidas - menor resistencia

ABSTRACT

In order to avoid resistance of weeds to the herbicides and to decrease the contamination to the environment, selected him the CPA'S areas Dagoberto Rojas, in ground red ferralitic, 6to sprout, with growing C86-12 at dry region, in the ones that one accomplished application of residual herbicides of similar active beginning in during over fives years. They evaluated the bivariate results; Straw coverage + residual herbicide and straw coverage without residual, obtaining less grasses when it was applicable residual, control of S was better halepense, P maximum and dicotyledons, keeping the clean plots of land without competition with cultivation. In this variant he does an expense of residual applied that it is not had in the variant without the application of residual, in this he spares himself a treatment of residual herbicide and the ones that come true are with younger index of consumption, due to the younger coverage of weeds that is covered up.
Key words: Younger rotation resistance – herbicides.

INTRODUCCION

El 10 de junio de 1986 el periódico Granma en la sección Hilo Directo publicaba: “Pozos contaminados en el norte de Italia“– La contaminación de pozos públicos de agua en el norte de Italia con el herbicida Atracín ha llevado a consecuencias casi catastróficas, según informó el diario Stampa Sera, de Turín. Unas 250 mil personas de 44 municipios de la provincia de Bérgamo no pueden beber agua de grifo ni emplearla para cocinar, mientras que tren de carga especiales suministran agua a los ciudadanos de la zona afectada, en la que se cosecha maíz y arroz, y se trabaja con grandes cantidades de herbicidas”.
En los Estados unidos se prohibió el uso de la Atrazina en las zonas maiceras por la contaminación de las aguas. En Europa y en los propios EU, fueron empleados otros herbicidas sustitutos para el maíz, entre ellos el isoxaflutole (Merlin). Situaciones especiales particulares que se hayan presentado o pudieran existir con la contaminación de las aguas, los suelos, etc., como sucedió por ejemplo con el Gesaprim (atrazina) que

nosotros utilizamos en la década el 70 en caña y después se eliminó su empleo por no controlar la Zancaraña, sustituyéndolo con Diuron.

Una rotación de herbicidas o de prácticas de manejo agronómico son para los suelos, tan importantes como la rotación de cultivos. No hay agricultura sostenible si no tenemos en cuenta este aspecto. Con el objetivo de evaluar la residualidad de las aplicaciones de Merlin durante los 7 años, evitar la posible contaminación al manto freático debido a lo continua aplicación del isoxaflutole y evitar la resistencia de las malezas a los herbicidas se observó el comportamiento de las malezas durante un año sin aplicaciones de herbicidas residuales.

MATERIALES Y METODOS

Se selecciono un área que desde el 2008 se está aplicando Merlin, en el bloque 603 campo 2, suelo Ferralitizados cálcico en la CPA Dagoberto Rojas perteneciente a la UEB "Jesús Rabí", del municipio Calimete, Matanzas.

Los tratamientos (Tabla I) se realizaron en dos campo uno con residual y otro sin aplicación de herbicidas residual, la fecha de corte fue el 20 de diciembre del 2014.cepa retoño quedado 9no corte, cultivar C85-102, rendimiento de 60 t/ha, en secano.

Tabla l. Los tratamientos evaluados fueron:

No	Productos comerciales	L ó kg/ha p.c.
1	Testigo absoluto	0
2	Merlin Total	250 ml/ha
Agua	250 L/ha	

Se aplicó el producto herbicida a los 4 días después del corte el 24 de diciembre del 2014, se utilizó un tractor MTZ 80 con asperjadora UNEGREEN y boquillas 03f-110 abanico plano (azul), con una solución final de 238 L/ha, con una presión de trabajo de 3,5 atm en condiciones climáticas normales a las 7.30 a.m.. La velocidad del viento con racha máxima de 1.5m/seg. Las especies de malezas predominantes ante la aplicación según Programa de control integral de malezas en caña de azúcar (2013) fueron*: Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña), *Panicum maximum Jacq*. (Yerba Guinea), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Hierba Fina) *Sorghum halepense* (Don Carlos), *Cyperus rotundus* (Cebolleta*), Ipomoea trífida* (bejuco aguinaldo).

Se aplicaron los productos con humedad en el suelo (Tabla II) hubo precipitación (25,0 mm) y durante el periodo el acumulado de 777,1 mm, diferencia de 347,9 mm menor que la histórica.

Tabla ll. Precipitaciones antes y durante el período de evaluación.

Mes	Media histórica	Mes/año2014	Mes/año2015
enero	37	20,0	0
febrero	41	56,5	42,3
marzo	56	84,5	0
abril	42	57,3	95,0
mayo	137	142,5	179,5
junio	185	101,6	117,0
julio	142	105,0	140,3
agosto	172	197,0	186,0
septiembre	130	76,3	17,0
octubre	121	159,2	0
noviembre	34	0	0
diciembre	28	0,00	0
Total	**1 125,0**	**999,9**	**777,1**
diferencia	-	125,1	347,9 hasta fecha

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación (dda), por el método de porcentaje de cobertura de malezas (Fischer, 1975). La fitotoxicidad en el cultivo se evaluó por la escala EWRS de nueve grados (Johannes y Schuh, 1971, citados por Ciba Geigy, 1981) (Tabla III).

Tabla lll. Escala EWRS (European Weed Research Society, 1971) de tolerancia del cultivo.

Indices de evaluación	Estimación visual de eficacia o de fitotoxicidad	
	Sobre la maleza	**Sobre el cultivo**
1	Destrucción total, 100%	Ningún efecto, como el cultivo
2	Muy bien	Muy ligeros síntomas
3	Buena	Ligeros síntomas
4	Aceptable en la práctica	Daños moderado, sin afectar cosecha
5	Dudosa	Dudoso
6	Mediocre	Daños bastante fuertes
7	Mala	Daños fuertes
8	Muy mala	Daños muy fuertes
9	Nula como el testigo	Destrucción total, 100%

RESULTADOS Y DISCUSION

Las malezas que más rápidos germinaron fueron bejuco aguinaldo, la zancaraña y Don Carlos principalmente en el campo sin residuales que hubo que aplicar más al manchoneo.

Se aplico descepe manual el 10 de enero del 2015 a los 22 ddc para el control de hierba Guinea. Se realizó un segundo descepe manual a los 35 ddc a todo el área de estudio con la misma finalidad.

Contra zancaraña y hierba fina se aplico Finale 2 L/ha a los 55 ddc en ambas áreas y posteriormente se realizo un pre-cierre con Finale a 2 L/ha

Se pudo observar que no hay diferencia notable entre una aplicación por mas de 5 años y en un mismo campo sin la aplicación de residuales, fue posible controlar las malezas con aplicaciones de foliares esto es de gran importancia pues se elimina un tanto la posible carga contaminante al manto freático y evitamos la resistencia herbicidas a las malezas que durante varios años vienen siendo controlada por un mismo ingrediente activo ya sea de cualquier compañía.

Tabla lV. Área aplicada con residual en los últimos ocho años.

Año	Merlin	Merlin + Alion	Merlin Total	Total (ha)
2008	458,96	0	0	458,96
2009	557,10	0	0	557,10
2010	641,64	0	0	641,64
2011	620,23	0	0	620,23
2012	614,46	44,73	0	659,19
2013	0	607,76	0	607,76
2014	0	580,10	0	580,10
2015	0	101,11	409,51	510,62

Tabla V. Evaluación económica

Indicadores	Residuales con cobertura de paja	Sin residuales con cobertura de paja	Diferencias
	Costo peso	costo	costo
Área aplicada	8,93	8,93	0
fertilizante	1 066,17	1 066,17	0
Descepe manual	59,02	59,02	0
Aplicación de Merlín total	418,54	-	418,54
1er Manchoneo	64,57	71,32	6,75
2do Manchoneo	60,29	64,17	3,88
Porcentaje de cobertura	3	5	2
Malezas presentes	Dc, Z, Bj, Ha	Dc, Z, Bj, Ha	-
Costo total	1 668,59	1 260,68	407,91
Costo de cultivo a toda el área	11,98 $/t		

Se ahorró 407,91 pesos en el total de las actividades culturales aunque tuvo un porcentaje de cobertura de malezas superior pero fue fácil su control además la cobertura de paja ayudo a minimizar la germinación de nuevas semillas, observándose que en donde existía un claro es donde principalmente brotaron las planticas. Esto corrobora, que además de resultar económico, daña menos el ambientalmente y resulta estratégico para evitar la resistencia de las malezas a los herbicidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Dejar un año un área que se halla aplicado residual para así disminuir posible resistencia a las malezas y contaminación del acuífero.
- Área con más de 5 años con aplicaciones de un mismo residual y cobertura de paja puede ser controlada con herbicidas foliar en un año.
- Aplicar en áreas donde se vaya realizar pre demolición.

REFERENCIAS

- Periódico Granma en la sección Hilo Directo el 10 de junio de 1986.
- Programa de control integral de malezas en caña de azúcar, Principales malezas en caña de azúcar XI edición Colombia 2013 pág. 7 -62
- Fischer, F. Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. Rev. Agric., 8 (1): 70-80.
- Johannes, H. Y J. Schuh. 1971. *Das bonitierungsschema 1-9. European Weed Research Council (EWRS), Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.*
- Ciba Geigy. 1981. Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p

RESULTADOS DE DOS ZAFRAS DEL MADURANTE FITOMAS-M EN LA EMPRESA AZUCARERA MAYABEQUE
RESULTS OF TWO SEASONS OF SUGARCANE RIPENERFITOMAS-M IN MAYABEQUE SUGAR ENTERPRISE

Autores: Pardo L[1]*, Zuáznabar R[1], Delgado J[1], Casero T[1], Rodríguez J[1], Mayor J.L[2], Hernández A[2], Lorenzo Z[2] y Ima Y[2].
1-Estación territorial de investigaciones de la caña de azúcar. INICA. AZCUBA.
2-Empresa azucarera Mayabeque. AZCUBA.
*lazaro.pardo@inicamy.azcuba.cu

RESUMEN
La aplicación del madurador Fitomas_M se realizó con el objetivo de incrementar la producción de azúcar en las etapas iniciales de zafra. Se aplicó en áreas comerciales de cuatro Unidades Empresariales de Base (UEB) de la Empresa azucarera Mayabeque que tributan sus cañas a tres ingenios de la mencionada empresa durante las zafras 2014-2015 y 2016-2017, para conocer su efecto sobre los principales indicadores industriales se compararon los resultados de los muestreos realizados a las cañas tratadas y no tratadas con el producto y también sobre las principales variedades. Los resultados demostraron incrementos con efectos importantes en el Brix, la pol en jugo, la pureza y el Rendimiento industrial para las cañas tratadas en los tres ingenios y también un efecto sobre el rendimiento industrial en todas las variedades con un mejor efecto madurador entre los 30 y 60 días de la aplicación del producto. Se alcanzan beneficios económicos altos.
Palabras claves: Maturers, Fitomas_M, Mayabeque, UEB.

ABSTRACT
The maturers application Fitomas_M was carried out with the objective to increase the production of sugarcane the initial stages of the crop. It was applied in commercial areas de for managerial Units of the Sugar Interprise Mayabeque that they pay your canes to three Sugar mills during the crops 2014-2015 y 2016-2017, It was to know the effect on the main industrial indicators compared the results of the samplings carried out to the canes treated and do not deal with the product and also on the main variety. The results demonstrated increments with important effects in the Brix, pol% in juice, purity and the industrial yield for the canes dealt in the three Sugar mill and also the effect on the industrial yield in all variety show, it is a better maturer effect between the 30 and 60days of the application of the product. It is obtain economic profits.
Key words: Maturers, Fitomas_M, Mayabeque, UEB.

INTRODUCCIÓN
El Fitomas_M es un producto químico no herbicida estimulante de la maduración para la caña de azúcar que proporciona en un período corto eficiencia al promover una curva rápidamente ascendente del contenido de azúcar, no produce efectos residuales de deterioro en el cultivo y no influye negativamente en el medio ambiente ni en los seres vivos que rodean las áreas de cultivo (Montano, 2004).
Es objetivo de este trabajo evaluar a escala comercial el efecto madurador del Fitomas_M sobre los principales indicadores industriales relacionados con la cosecha de la caña de azúcar y la respuesta de las principales variedades al mismo en la Empresa Azucarera Mayabeque durante las zafras 2014-2015 y 2016-2017, ya que aún persiste el problema de bajos índices de maduración de algunas variedades en el período inicial de la zafra.

MATERIALES Y MÉTODOS
El trabajo se desarrolló en la Empresa Azucarera Mayabeque, situada al Noreste y Sur de la Ciudad de La Habana. La aplicación del Fitomas-M se desarrolló en las áreas cañeras de 4 Unidades Empresariales de Base (UEB): Manuel Fajardo, Héctor Molina, Gregorio Arlé Mañalich y Boris Luis Santa Coloma, que tributan sus cañas a los 3 ingenios de la Empresa antes mencionada correspondientes a las zafras 2014-2015 y 2016-2017 que abarcó un área cañera de 5 071.50 ha con una producción de 305 623.60 ton de caña.

El madurante se aplicó por vía aérea a una dosis de 4.6 L/ha, la fecha de aplicación del madurante osciló entre el 15 de Octubre y el 20 de Diciembre; la fecha de corte y muestreos oscilaron entre el 15 de Noviembre y el 20 de Febrero, considerando una diferencia entre el momento de aplicación y el corte entre los 30 y 90 días, los muestreos se realizaron según el instructivo tecnológico (INICA, 2014), la información se capturó en la Base de datos creada para tales efectos por el Grupo AZCUBA (BDA maduradores 2014), para ello se procesaron más de 1000 muestras que incluyeron las áreas testigos por variedades.

Se evaluaron los indicadores industriales: brix, pol % en jugo, % de pureza, fibra y rendimiento base 96 (Industrial) en los laboratorios de los centrales Manuel Fajardo, Héctor Molina y Boris Luis Santa Coloma, se consideró además la producción incrementada de azúcar. Se realizó un Análisis de Varianza simple para conocer si existieron diferencias estadísticas para los tratamientos con respecto a las variables industriales utilizando el Paquete estadístico SPSS. Los datos se organizaron según la tabla I con las medias de los tratamientos.

Tabla.I. Presentación de los principales indicadores industriales por UEB y tratamientos.

UEB	Zafra	Tratamiento	Brix	Pol	Pza	Fibra	Rto.
M. Fajardo	2014-2015	Con Fitomas_M	20,00	18,00	90,00	15,00	12,00
		Sin Fitomas_M	19,00	17,00	89,00	15,00	11,00
	2016-2017	Con Fitomas_M	21,08	17,87	84,75	13,77	11,30
		Sin Fitomas_M	19,38	15,67	80,85	13,62	9,34
H. Molina	2014-2015	Con Fitomas_M	19,00	18,00	92,00	14,00	13,00
		Sin Fitomas_M	18,00	17,00	91,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas_M	20,15	17,82	88,46	14,96	12,14
		Sin Fitomas_M	19,64	16,93	86,09	14,48	12,06
Mañalich	2014-2015	Con Fitomas_M	20,00	18,00	91,00	15,00	13,00
		Sin Fitomas_M	19,00	17,00	89,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas_M	20,38	17,88	87,69	14,89	12,78
		Sin Fitomas_M	19,51	17,10	87,65	15,11	11,84
Boris Luís	2014-2015	Con Fitomas_M	20,00	18,00	90,00	15,00	13,00
		Sin Fitomas_M	20,00	17,00	87,00	14,00	12,00
	2016-2017	Con Fitomas_M	19,39	18,09	93,30	14,54	12,72
		Sin Fitomas_M	18,75	17,22	91,88	15,20	12,22

Para la evaluación económica se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: Toneladas de azúcar incrementada/caña tratada con Fitomas-M, precio de la tonelada de azúcar en USD, valor de la producción de azúcar incrementada en USD, costo en USD de aviación + producto/1ha aplicada, área aplicada (ha) y el costo en USD de la aviación + producto/ha aplicadas. Estos datos posibilitaron el cálculo de la ganancia y de la relación ganancia/costo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los muestreos azucareros para la determinación de los valores de los indicadores industriales que se le realizaron a las áreas tratadas y no tratadas con Fitomas_M en las zafras evaluadas se resumen en la tabla II, donde se observa el incremento de estos en las cañas tratadas, así como la producción de azúcar que se incrementa por este concepto en ambas contiendas.

Tabla II. Resumen de los resultados de los principales indicadores industriales de dos zafras.

Tratamiento	Brix	Pol	Pureza	Fibra	Rto.	Producción de azúcar
	(%)					$t\ ha^{-1}$
Caña tratada	20,06	17,98	89,74	14,57	12,38	37844,27
Caña sin tratar	19,09	16,79	87,98	14,50	11,53	35231,99
Diferencia	**0,97**	**1,19**	**1,76**	**0,07**	**0,85**	**2612,3**

Los resultados del análisis de varianza se presentan en la tabla III: existieron diferencias significativas al 95% de confianza para las variables Brix, Pol en jugo, Pureza y rendimiento industrial base 96 ya que el valor de la significación es menor que 0.05% de probabilidad del error (Lerch, 1977) lo que explica que existió un efecto del madurante en estos indicadores con respecto al testigo sin tratar y que estadísticamente no existieron diferencias significativas para el contenido de Fibra, estas variables tampoco mostraron diferencias al considerar los ingenios ya que existió efecto madurador similar en los tres.

Tabla III. Resultado del análisis de varianza de comparación de las medias de los tratamientos para los indicadores industriales en estudio.

Variables		Suma de cuadrados	df	F	Sig.
Brix	Entre Grupos	2,174	1	7,268	0,036
Pol	Entre Grupos	3,026	1	16,173	0,007
Pureza	Entre Grupos	4,590	1	7,191	0,036
Fibra	Entre Grupos	0,108	1	3,060	0,131
Rendimiento	Entre Grupos	1,328	1	7,275	0,036
Ingenio	Entre Grupos	0.000	1	0.000	1,000

También en la figura 1 aparece el efecto positivo del Fitomas_M en los valores que alcanzó el rendimiento industrial en las principales variedades de esta empresa cuando fueron tratadas con el Madurante Fitomas_M, pues en todas se presentaron diferencias con respecto al testigo lo que manifiesta su efecto madurador sobre las mismas.

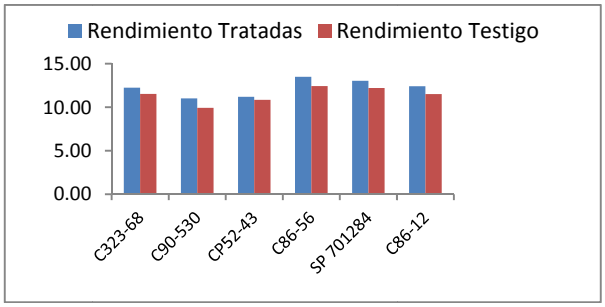


Figura 1. Efecto madurador del Fitomas_M en el rendimiento industrial en las principales variedades comerciales de la Empresa Azucarera Mayabeque.

Considerando los días de aplicación del madurante se presenta la figura 2 donde aparecen los valores que alcanza el rendimiento industrial sobre las 2 variedades principales de la empresa, se observa siempre un efecto favorable para las cañas tratadas en ambas variedades y se puede manifestar que en la medida que se incrementaron los días a partir de los 30 días de aplicado persiste el efecto madurador aún hasta los 90 días que abarcó el estudio, con un mejor efecto entre los 30-60 días de aplicado el Fitomas_M, resultado similar los alcanzó Acosta en el 2013. También se observa una mayor diferencia en el efecto causado sobre la variedad C323-68 ya que presenta madurez de media a tardía y de contenido más bajo de azúcar que la C86-12, por lo que al parecer fue más favorecida que la primera.

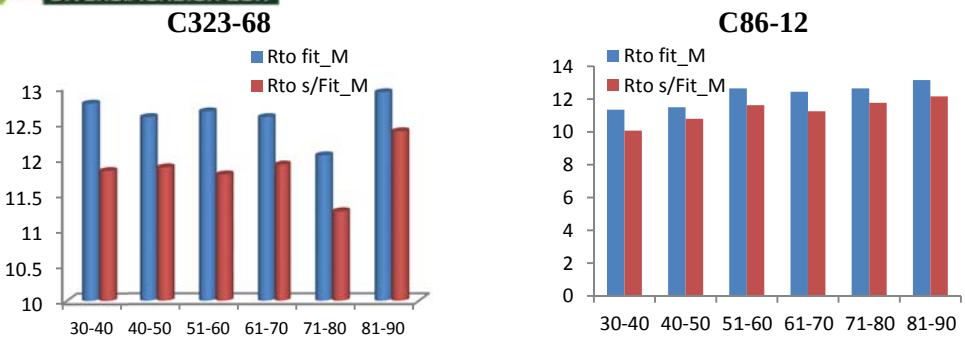


Figura 2. Resultados del efecto madurador del Fitomas_M en el rendimiento industrial en las variedades C323-68 y C86-12 considerando los días de aplicación.

Valoración económica

En la tabla IV se refleja el valor de la producción de azúcar incrementada por el concepto de la aplicación del Fitomas_M en la empresa azucarera Mayabeque en las dos zafras evaluadas, así como el costo de aplicación de este producto en el área en cuestión y una importante ganancia al mismo tiempo que se refleja una relación ganancia/costo buenísima, económicamente beneficiosa tanto para los industriales como para los agrícolas porque mejora la calidad de la materia prima a la industria con un mejor precio.

Tabla.IV. Valores alcanzados en la evaluación económica del Fitomas-M.

Toneladas de azúcar incrementada	2612,3
Precio de la tonelada de azúcar en USD	$282,10
Valor de la producción de azúcar incrementada en USD	$736 929,83
Costo en USD de aviación + producto/1ha aplicada	$ 16,70
Área aplicada (ha)	5 071,50
Costo en USD de aviación + producto/ha aplicadas	$84 694,05
Ganancia USD	$652235,78
Relación ganancia/Costo	7,7

CONCLUSIONES

1. El efecto madurante del Fitomas_M se evidencia en el incremento de 0.97 grados Brix, en 1,19% de Pol en jugo, en 1,76% de pureza y en 0,85 de rendimiento industrial base 96 en las cañas tratadas con este madurante como promedio en las dos zafras.
2. El análisis estadístico reflejó que existen diferencias significativas para el 95% de confianza para el Brix, el % de pol en jugo, el % de pureza y el rendimiento industrial base 96 de las cañas tratadas. No existieron diferencias ni para la fibra y tampoco entre las 4 Unidades Empresariales de Base.
3. Todas las variedades evaluadas manifestaron diferencias positivas en el rendimiento industrial cuando fueron tratadas con el madurante, incluyendo las variedades principales C323-68 y C86-12 cuyo efecto estuvo presente desde los 30 a los 90 días de aplicado el producto, siendo más efectivo entre los 30 y 60 días de su aplicación.
4. La valoración económica arrojó una ganancia de $652 235.78 USD con una relación ganancia/ costo alta de 7.7 veces.

REFERENCIAS

1. Acosta, D. 2014. Evaluación del efecto madurador del Fitomas_M sobre la caña de azúcar en la UBPC “Pablo Noriega”. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniera en Procesos Agroindustriales. UNAH. Mayabeque, 55pp. 2014.
2. AZCUBA. (2014). Informe técnico sobre aplicación de maduradores campaña 2013-2014. La Habana, 25 pp. 2014.

3. INICA. 2014. Instructivo Tecnológico de Maduradores en Cuba. Actualización 2014. La Habana, 18pp.2014.
4. Lerch, G., 1977. La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Editorial Científico-Técnica. La Habana.
5. Montano, R. (2004): Maduradores en la caña de azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar: Revista Agricultura Orgánica. No. 2. 2002. ICIDCA.
6. SÁENZ SOTO, JO, 2004. Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.)* en Guatemala. USAC P. 59.
7. Zuaznábar, R. (2010). Generalización del Fitomas-E, evaluación del Fitomas-M y Fitomas-H en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Informe Final del Proyecto. INICA. MINAZ. C. Habana. 47 pp. 2010.

PROSPECCION DE PLAGAS EN PLANTACIONES FORESTALES JOVENES EN LA UNIDAD SILVICOLA CIENFUEGOS

PROSPECTION OF PESTS IN YOUNG FOREST PLANTATIONS IN THE SILVICOLA UNIT CIENFUEGOS

Iglesias F.(*), Morejón M.(2),Ortega I.(3), Lorenzo M.E.(3), Jiménez R. (4).
(1) Estación Territorial de Protección de Plantas Caunao Cienfuegos
(2) Universidad Hermanos Saiz Pinar del Río.
(3) Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal Cienfuegos.
*etppcaunao@sanveg.cfg.minag.gob.cu.

RESUMEN

La investigación se realizó en áreas de plantaciones forestales jóvenes de la Unidad Silvícola Cienfuegos perteneciente a la Empresa Forestal Integral. Se realizó un diseño no experimental donde se caracterizaron lotesy rodales, monitorearon las plagas. Se utilizaron métodos para la obtención de los resultados identificandose 24 especies de arvenses 10 monocotiledóneas y 14 dicotiledóneas destacándose las familias *Poaceae*, *Malvaceae* y *Mimosaceae*, el grado de enmalezamiento estuvo entre dos y cuatro por ciento. En la especie *Acacia* spp.se interceptó a *Accromyrmexoctospinosus* Reich, conocida como bibijagua roja mientras que dentro de los patógenos fungosos se detectó a *Pestalotiosis*spp.,*Zygosporium*spp.,*Colletotrichumgloeosporoides*Penz *y Pseudocercospora*spp. Por otra parte, en *Swieteniamacrophylla* King (caoba)seencontró a *CephaleurusvirensesKunze, Cercospora*spp.y*Pestalotiosis*spp.y en *Samaneasaman* (Jacq)Merilli(algarrobo)la roya del algarrobo causada por*Uredohymenaeae*Mayor. Además se pudo apreciar a *Oidium*spp.y*Pseudocercospora*spp.resultando todas ellos primeros informes para la provincia de Cienfuegos.
Palabras claves: Muestreo,insectos,arvenses, enfermedades fungosas.

SUMMARY

The research was carried out in areas of young forest plantations of the Cienfuegos Silvicultural Unit belonging to the Integral Forest Enterprise. A non-experimental design was carried out where lots and stands were characterized and monitored the pests. Methods were used to obtain the results, identifying 24 species of 10 monocotyledonous and 14 dicotyledonous, including Poaceae, Malvaceae and Mimosaceae families. The degree of enmalezamiento was between two and four percent. In the species Acacia spp. Was intercepted to Accromyrmexoctospinosus Reich, known as red bibijagua while within the fungal pathogens was detected Pestalotiosis spp., Zygosporium spp., ColletotrichumgloeosporoidesPenz and Pseudocercospora spp. On the other hand, in Swieteniamacrophylla King (mahogany) was foundCephaleurusvirensesKunze, Cercosporaspp. AndPestalotiosis spp. AndSamaneasaman (Jacq) Merilli (algarrobo) carob rust caused by Uredo hymenaeae. Oidium spp.AndPseudocercospora spp. Resulting all the first reports for the province of Cienfuegos.
Key words: Sampling, insects, weeds, fungal diseases.

INTRODUCCION

La actividad del hombre en la explotación de los recursos forestales ha alterando permanentemente su composición para sus propias necesidades inclusive en la creación de rodales artificiales compuestos de una

sola especie pudiendo llevar, en algunas circunstancias, a mayores peligros por plagas modificado o eliminado completamente mecanismos naturales de defensa en estos cultivos Delgado (2007).
Según Empresa Forestal Integral, MINAG (2014); en el municipio Cienfuegos no se ha realizado estudios referidos a plagas en plantaciones forestales jóvenes, teniendo como objetivo este trabajo de realizar una prospección de plagas en plantaciones forestales jóvenes en la Unidad Silvícola Cienfuegos.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en cuatro áreas de plantaciones forestales jóvenes de la unidad Silvícola Cienfuegos perteneciente a la Empresa Forestal Integral en la provincia del mismo nombre, en el periodo seco comprendido de Septiembre del año 2014 a Marzo del 2015.

Se efectuó una encuesta de las malezas en el área en estudio según Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV, 1985). Para la determinación de la cobertura de las arvenses según Rodríguez, et al.,(2014) se recorrieron los rodales por las diagonales en zig-zag y en base a una estimación visual de las especies en ocho puntos por campo, más uno adicional por cada hectárea a evaluar, y el nivel de cobertura de las malezas se realizó de acuerdo al grado de cubrimiento por especies o las asociaciones de estas, teniendo en cuenta las intensidades alcanzadas y la cobertura que presente en rodal, enmarcando como grado 1 los enmalezamientos ligeros con presencia de malezas de 1 hasta un 5 por ciento de cobertura; grado 2 aquellas áreas que se observe plantas no deseables en intensidades medias con porcentaje de 6 hasta un 20 por ciento de cubrimiento; grado 3 los que presenten un nivel pesado de arvenses oscilando entre 20 y 50 por ciento de abrigo en asociación con las plantaciones forestales jóvenes y por último el mayor grado (4) que lo alcanzan aquellas áreas con una fragosidad pesada con un cobertor mayor del 50 %.

En el caso de los insectos plagas Para la ejecución de los muestreos y toma de muestras se utilizaron métodos de observación, medición directa e identificación en las diferentes áreas de estudios, para ello se seleccionaron de 20 a 30 plantas en dependencia del tamaño del área, observando hojas, ramas y tallos, así como el ruedo con el fin de detectar huevos, larvas y adultos de insectos. Se utilizaron además trampas pegajosas colocando bandas de goma previamente permeadas con una sustancia similar a la goma entomológica colocadas desde 0.5 hasta 1 metro de altura como promedio en los tallos para la captura de aquellos individuos que se trasladan por los mismos, y se realizaron calicatas aproximadamente de 0.5 x 0.5 metros para la detección de aquellos insectos que habitan en el suelo y de esta forma realizar la colecta de larvas, pupas y adultos que se encuentren en estas o entre las hojarascas, Hochmut y Milán; (1975)y FAO, (2011).

Para las enfermedades se realizó un muestreo al azar en las 17,7 hectáreas en estudio, estableciendo una parcela de 10 m² por 10 m² para una hectárea, y en los demás casos se muestrearon cinco plantas por cada hectárea de más para un total de 109 plantas evaluadas. Se registraron los datos de las enfermedades en época poco lluviosa por seis meses .Los datos de las enfermedades se registraron mediante la observación directa en el campo según metodología propuesta por (Pinzón, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las plantaciones forestales jóvenes se detectaron 10 malezas monocotiledóneas. De ellas solo cuatro estuvieron presentes en todos los lotes y rodales, representadas por *C. echinatus, C. dactylon, S. halepense y S. indicus,* siendo esta última maleza la que obtuvo mayor cobertura de 4 (muy pesada)(Tabla I).

Pérez (2000) plantea que el conocimiento de las características biológicas y ecológicas de las principales especies para poder realizar un mejor control en el momento más susceptible de las especies dominantes y que no se afecten los cultivos en los cuales están presentes con los fundamentos del Manejo Integrado de Maleza. En base a este conocimiento, el agricultor debe construir una estrategia y agrega que con el manejo de su finca y cultivos y después elegir el mejor método de control directo antes de la siembra o plantación y durante las

etapas de cada cultivo ya sea permanente o anual. Para tal fin debe dominarse el periodo crítico de cada cultivo, el que nos permite realizar las labores de escardas manuales y mecánicas sin afectar el potencial de rendimiento de estos.

Tabla I Grado (%) de enmalezamiento de malezas monocotiledóneas

Malezas	**Lote 5 Rodal 2**	**Lote 6 Rodal 1**	**Lote 7 Rodal 1**	**Lote 8 Rodal 1**
Andropogónbicornis L.			**2**	
Cenchrusechinatus L.	**2**	**2**	**2**	**2**
Cynodondactylon(L)Pers	**2**	**2**	**2**	**2**
*Paspalumnotatum*Flügge			**1**	
Paspalumpaspaloide(Michx) Scribn			**1**	
Sorghumhalepense(L) Pers.	**3**	**3**	**3**	**3**
Sporobolusindicus(L) *R.Br*	**4**	**4**	**4**	**4**
Cyperusalternifolius(L)			**2**	
Cyperusesculentus(L)			**1**	
Cyperusrotundus(L)			**2**	

De las 14 especies dicotiledóneas en las plantaciones forestales jóvenes 12 de ellas están presentes en el Lote 6 Rodal 1, seguido del lote 8 Rodal con 11 especies, representadas con mayor grado de muy pesado (4) para las malezas *A. farnesiana, M. pigra* y *D. cinerea* (Tabla II).

La vegetación antrópica, según Pérez *et al.,* (2011) expresan que por lo general, las arvenses son herbáceo-arbustiva constituida por especies de crecimiento rápido, invasoras y heliófilas (típicas de lugares soleados y abiertos). Se establece por la acción del hombre después que se elimina la vegetación natural, cuando se establece una reforestación en ella se identifica la vegetación segetal, conocida como arvense, la cual está muy vinculada con el tipo de cultivo con que se establece.

Tabla II: Grado (%) de enmalezamiento de malezas dicotiledóneas

Malezas	**Lote 5 Rodal 2**	**Lote 6 Rodal 1**	**Lote 7 Rodal1**	**Lote 8 Rodal 1**
Ruellia tuberosa L	**1**	**1**	**1**	**1**
*Comocladiadentata*Jacq.	**1**	**1**		
*Achyrantesaspera*var indica L	**2**	**2**	**2**	**2**
Pseudelephantopusspicatus(Juss.) Rohr.	**1**	**1**	**1**	**1**
Salvia spp			**2**	
*Tridaxprocumbes*Jacq E.	**1**	**1**	**1**	**1**
*Corchorussiliquosos*L		**2**		**2**
*Sida cordifolia*L		**2**		**2**
*Sida urnifolia*Mill		**2**		**2**
Walteria indica L		**2**	**3**	**2**
Acasiafarnesiana(L) Willd.	**4**	**4**	**4**	**4**

Mimosa púdica L	**2**	**2**	**2**	**3**
Mimosa pigra L	**4**	**4**	**4**	**4**
Dichrostachyscinérea(L) Wight &Arn.	**4**	**4**	**4**	**4**

En las plantaciones forestales estudiadas en la Unidad Silvicola Cienfuegos se detectaron los insectos *Acromyrmexoctospinosus*, Reich, (Bibijagua roja),*Attainsularis*,Guer.(Bibijagua),*Paratrechinalongicornis*, Latreille(Hormiga loca)*Anochetusmayri*, Emery.(Hormiga) y*Monomorium florícola*, Lerdon.(Hormiga)perteneciente a la familia Formicidae y los patógenos fungosos *Oidium*spp,*Pseudosercospora*spp ,*Uredohymenaeae* Mayor. (roya) *Hymenaeacoubaryl* L. (Fabaceae)*Cercospora*spp,*Pestalotiopsis*spp,*Zygosporium*spp y *Colletotrichumgloeosporoides*Penz todos estos afectando el sistema foliar de las plantas, en todos los casos estos agentes fueron primeros informes para la provincia Cienfuegos

CONCLUSIONES

Resultaron como arvenses 24 especies.De ellas 10 monocotiledoneas y 14 dicotiledoneas, los grados de enmalezamientosocilaron entre uno y cuatro, destacándose *Sporobolusindicus*(espartillo), *Acacia farnesiana* (aroma), *Dichrostachys cinérea* (marabú) y *Mimosa pigra* (weyler).

- Los insecto plagas *Accromyrmexoctospinosus* Reich,*Attainsularis*Guer,*Paratrechinalongicornis*Latreille,*Anochetusmayri*Emery,*Monomorium florícola*Lerdon, *presentándose* como primer informe en la provincia de Cienfuegos.
- Los patógenos fungosos presentó *Oidium*spp, *Pseudosercosporaspp*, *Uredohymenaeae*, *Cephaleurusvirenses*, *Cercospora*spp, *Pestalotiosis*spp, *Zygosporium*spp, *Colletotrichumgloeosporoides* resultaron primero informes para la provincia de Cienfuegos.

REFERENCIAS

1. Delgado, R. (2007). Presente y Futuro del sector forestal de Cuba. Entrevista con el ingeniero Elías Linares Landa. Agricultura Orgánica. 13, (1), 30-35.
2. Minagri. 2014. Situación del Patrimonio Forestal en Cienfuegos.
3. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (1985). Metodología de trabajo para la realización de las encuestas de malas hierbas predominantes. Habana.
4. Rodríguez Y., Paredes E., Oviedo R. y Gutiérrez J.. (2014). Manejo de arvenses en cultivos agrícolas de Cuba. Multimedia. ISBN 978-959-7111-63-4.
5. Hochmut R., Milán D, (1975). Protección contra las Plagas Forestales en Cuba. La Habana: Instituto Cubano del Libro.
6. Food and Agriculture Organization FAO. (2011) Estado de los recursos de tierras y agua en el mundo: Disponible http://www.fao.org/nr/solaw-home/es.
7. Pinzón, O. 2007. Guía de enfermedades en plantaciones forestales. CONIF. Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia. 49 p.
8. Pérez E. 2000. Manejo Integrado de Malezas. Curso Internacional CISAV.
9. Pérez J., Rosete S., Fernández M., Cejas F., Armas L. y Herrera P., . 2011. Bosques de Cuba. Editorial Científico- Técnica, La Habana. ISBN 978-959-05-0641-3.

APRENDER HACIENDO: PREMISA PARA CAPACITAR A TODOS LOS TECNICOS Y PRODUCTORES QUE PARTICIPAN EN LA CAMPAÑA CONTROL INTEGRAL DE MALEZAS

LEARNING BY DOING: PREMISE TO TRAIN ALL TECHNICIANS AND PRODUCERS THAT PARTICIPATE IN THE BODY INTEGRAL CONTROL OF WEEDS

*Labrada, R[1]; Gallego, R[1]; Zuaznábar, R[1]; Rodríguez, L[1]; Téllez, R[2]; Guerra, J[3]; Gil, D[4]; Becerra E[4]; Cuadras, F [5] y Díaz, J[6]

[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, [2]Grupo de Extensión y Servicios de Granma, [3]Emp. Azucarera Granma, [4]Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara, [5]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Matanzas, [6]Empresa Azucarera Matanzas

***Email:** reynerio.labrada@inica.azcuba.cu.

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el impacto de la capacitación en la generalización de tecnologías de limpia integral. Se desarrollaron días de campo en las temáticas de plantación de base ancha, empleo de cobertura de residuos de cosecha y aplicación de residuales en bandas en macizos cañeros de las Empresas Azucareras de Granma, Villa Clara y Matanzas. Se capacitaron técnicos y productores que atienden el manejo integrado de arvenses y se estableció un amplio intercambio de experiencias entre ellos. Los métodos de Extensión utilizados permitieron generalizar las nuevas tecnologías con las que se redujo el número de labores agrícolas y se mantuvo el área limpia hasta 100 días después de aplicados los productos en bandas, lo cual repercutió en la disminución del gasto de productos, el incremento de los rendimientos agrícolas y la reducción de los costos.

Palabras claves: día de campo, herbicidas, siembra de base ancha, control integral de malezas.

ABSTRACT

Using the principle of agricultural extension to learn to produce and teach to do, field days were developed in broad-based seeding topics, use of straw cover and application of total residuals in bands or on row of cane in sugar cane stands. Sugar Companies of Granma, Villa Clara and Matanzas, trained technicians and producers who deal with the integrated management of weeds; A wide exchange of experience among them was achieved by demonstrating that broad-based sowing allowed a reduction in the number of farms with respect to traditional sowing; With unchanged straw coverage, the area was cleaned up to 100 days after the products were applied in bands. Wide-base plantation allowed for early field closure and higher production than traditional sowing.

Keywords: field day, herbicides, broad-based planting, weed control

INTRODUCCION

La Extensión Agrícola juega un papel importante en el mejoramiento sistemático de la producción, ya que constituye un sistema de enseñanza informal que no excluye el aula; pero se realiza fuera de esta, bajo el principio de “aprender produciendo y enseñar haciendo” (1, 2). Entre los métodos más utilizados por el Sistema de Extensión Agrícola para la generalización de resultados están los días de campo y las demostraciones prácticas, los cuales permiten un amplio intercambio de experiencias (2, 3).

Diversos autores señalan el marcado efecto que ejerce el número de tallos en el control de las arvenses y el incremento de los rendimientos agrícolas (4, 5, 6). Una de las tecnologías más usadas en los países productores de caña de azúcar para incrementar el número de tallos por hectárea es la disminución de la

distancia entre hileras hasta 0.90 m (7), lo cual adelanta alrededor de dos meses el cierre de los campos, reduce el número de labores de deshierbe y los costos de producción.
En Cuba se generaliza la tecnología de plantación a doble hilera (1,40 m x 0,40 m) en combinación con la aplicación de residuales en bandas y la cobertura de residuos, con buenos resultados productivos (9).
El objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto de los días de campo en la generalización de tecnologías de limpia integral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron tres días de campos nacionales en las Unidades de Producción Cooperativa Guyamarón de la provincia Granma, Tato Madruga de Villa Clara y la Cooperativa de Producción Agropecuaria Dagoberto Rojas de Matanzas. Las tecnologías evaluadas abarcaron aspectos relacionados con: plantación a doble hilera con distancias estrechas, cobertura de residuos de cosecha y aplicación de residuales en bandas con: Merlín Total SC 60 (i*ndaziflan + isoxaflutole*); Envoke GD 75 (trifloxisulfuron metil) y Palmero GD 75 (*isoxaflutole).*
Se entregaron materiales impresos (plegables y hojas sueltas) con las especificaciones técnicas de cada tecnología. En cada provincia los extensionistas fueron los facilitadores del desarrollo de las prácticas agrícolas, calibraron las asperjadoras y mochilas e identificaron las malezas a través de los herbarios presentes en las casas de los lotes.
Se registraron las labores de limpia integral realizadas hasta el cierre del campo (momento en que las hojas comienzan a cruzarse), se estimó el rendimiento agrícola mediante el pesaje de 20 tallos de cada parcela y se determinó el costo de cada tecnología según metodología de la FAO.

RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla I muestra un resumen de los métodos de Extensión Agrícola utilizados para la generalización de las tecnologías de limpia integral en todo el país, resultado que coincide con (10) el cual informó que para introducir una tecnología es importante: estimular el interés de los productores, despertar el deseo, concebir la acción y proveer satisfacción.

Tabla I. Métodos de Extensión Agrícola utilizados y resultados de la generalización de nuevas tecnologías

Métodos de Extensión Agrícola	**UM**	**Cantidad**
Días de campo	U	164
Parcelas demostrativas	U	85
Plegables	U	44
Hojas sueltas	U	26
Talleres de control de malezas	U	8
Talleres de plantación base ancha	U	8
Área sembrada de base ancha	ha	
24/abril/2017		50464,00
Área aplicada en bandas	ha	9044,35

La aplicación de residuales totales con cobertura inalterada de residuos (Imagen 1), mantuvo el área limpia hasta 100 días después de cosechado el campo, con baja presencia de bejucos, los que se controlaron a través de manchoneo. La aplicación de residuales en bandas (Imagen 2) no mostró diferencias significativas en el control de las arvenses con respecto al testigo (Imagen 1), pero al aplicar el herbicida al 66 % del área, se redujo el gasto de producto, la carga tóxica al medio ambiente, el número de boquillas de 21 a 15 y por consiguiente el costo de aplicación.

Imagen 1. Aplicación de residuales totales con cobertura de paja inalterada

Imagen 2. Aplicación de residuales en bandas con cobertura de paja inalterada

La plantación tradicional (Imagen 3) mostró presencia de bejucos y menor población de tallos que la plantación de base ancha, con distancias estrechas (Imagen 4), el cual adelanta el cierre del campo en 60 días. Las ventajas de un cierre del campo temprano han sido señaladas por (5, 6,7), quienes informaron un mejor control de las arvenses, mayor conservación de la humedad, condiciones favorables para el desarrollo de la macro y microflora del suelo, así como el incremento de la materia orgánica del suelo y la conservación del mismo.

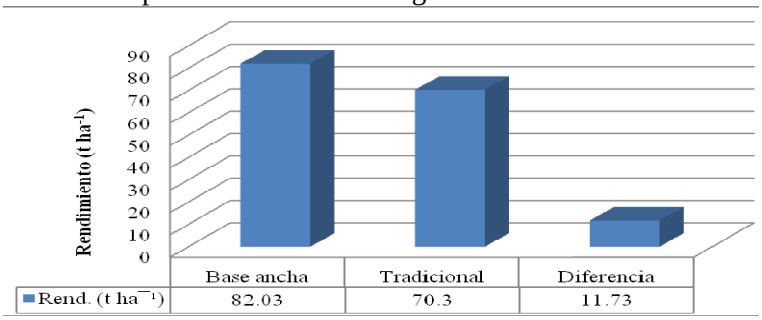
Imagen 3. Plantación tradicional a 1,60 m entre hileras

Imagen 4. Plantación de base ancha a 1,40 m x 0,40 m

Los resultados del estimado de producción realizado a las parcelas demostrativas de plantación de base ancha y tradicional (Gráfico 1), muestran que la reducción de la distancia de plantación incrementó 11,73 t ha^{-1} con respecto al testigo para 12 %.

Estos resultados coinciden con (7, 9), autores que informaron con el uso de la tecnología de base ancha, con cobertura de residuos, disminución del número de labores de deshierbe, mayor población de tallos por hectárea, menor presencia de arvenses, así como incrementos del rendimiento agrícola entre 10 y 15 %, en dependencia de la época de plantación y el tipo de suelo.

Grafico 1. Comparación de las tecnologías de siembra de caña de azúcar



CONCLUSIONES

1.- Los métodos de Extensión Agrícola utilizados permitieron la generalización de las nuevas tecnologías de limpia integral a través de los extensionistas y técnicos, con buenos resultados productivos y económicos.
2.- La plantación de base ancha con cobertura de residuos de cosecha muestra un control eficiente de las arvenses, con incremento del rendimiento agrícola y menor costo.
3. La aplicación de residuales en bandas mantiene un control de las arvenses similar al sistema tradicional, con menor gasto de productos, menos carga contaminante al medio ambiente y costos más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Zambrano Quiñones, Y, Procedimientos Metodológicos de Extensión Agrícola para la Caña de Azúcar en Cuba. Primera Edición, impreso en Unidad de Producciones Gráficas del MIREX, enero 2006, 164 páginas, ISBN 959 – 7140 – 11 – X.
2.- Franco Domínguez, G. Isora, Metodología del Sistema de Extensión Agraria para la Caña de Azúcar en Cuba. Primera Edición, impreso Instituto Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), fecha y numero de pagina ISBN: 978 959 300 029 1
3.- Qamar, M.K.: Global Trends in Reforming Extensión Services: Implications for Rural Development Education and training. Paper presented at International Workshop on Technical Training for Rural Development: Looking to the 21st Century, held at Baoding, China, 17 – 21 september 2001, paginas 3 –
4.-Reynoso Valdes, A., Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Sexta Edición. La Habana: publicaciones azucarerars.372 p. 1998.
5.-Dillewijn C, Van. Botanica de la caña de azúcar. Edición Revolucionaria. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1973.
6.- Humbert P., El cultivo de la caña de azúcar. Ediciones Revolucionarias. La Habana. P 187, 1995.
7.-Díaz J C, Hernandez D, Rodriguez L., Influencia de la población y la distancia entre surcos sobre la competencia de las malezas en caña de azúcar. Memorias, 16 Congreso Asoc. Latino – americana Malezas, Mexico, 6 p. 2003.
8.- Chowing E., High – Density Planning. Annual Report, Mauritius Sugar Industry Research Institute; pp 26-28. 2005.
9.- Gómez, S.
10.- Ramsay A. R, Ramsay. J, Beltran, L.R. Extensión Agraria, estrategia para el desarrollo rural. IICA, 458 pag. 1997.

EVALUACIÓN DE LOS HERBICIDAS GLIFOSATO Y ALION PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CÍTRICOS

EVALUATION OF HERBICIDES GLIPHOSATE AND ALION IN THE WEED CONTROL IN ORANGE

Luzbet, R.[1*]; Delgado, E.[2]; Aranguren, M.[1] ; Pérez, J.[1]
[1]Unidad Científico Tecnológica de Base (IIFT), Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.
[2]Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón", Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento de los herbicidas Glifosato (4 l/ha) y Glifosato + Alion (4 l/ha + 0.27 l/ha), aplicados durante el período lluvioso del año 2016. Las aplicaciones se hicieron en el mes de mayo en un suelo con enyerbamiento ligero de una plantación de naranjo Valencia [*Citrus sinensis*(L.)Osb.]de dos años de edad, donde con anterioridad se había realizado un levantamiento de las malezas presentes. Las aplicaciones se hicieron con una mochila Matabi e incluyeron cuatro repeticiones década tratamiento y un testigo sin tratar. Las especies Escoba amarga*Partheniumhysterophorus*(L),Paragüita (*Chloris*spp.), Canutillo (*Commelina*spp.) y Frijol cimarrón [*Rynchosiaminima*(D. C.)],lograron sobrevivir a las aplicaciones del Glifosato, aunque algunas de estas especies se lograban controlar en años anteriores con las dosis utilizadas en el ensayo. Cuando se mezclaron el Glifosato y el Alion, la aparición de nuevas malezas se controló durante un periodo de ocho meses, pero no se pudo evitar que rebrotaran especies que ya estaban establecidas como *Chlorisspp.*,*Indigoferasspicata*(Forssk)y*Partheniumhysterophorus*(L).

Palabras claves: herbicidas, especies tolerantes, cítricos

ABSTRACT

The behavior of herbicides Glyphosate (4 l/ha) and Glyphosate + Alion (4 l/ha + 0.27 l/ha), was evaluated during the rainy period of 2016. Both herbicides were applied with a back sprayer Matabi in May on a soil with slight weed level planted with two years old Valencia orange [*Citrus sinensis* (L.) Osb.]prior to these treatments present weeds were identified.
The treatments inclused four replicates and one non-treated control. Species like Ragweed *Partheniumhysterophorus*(L),Fingergrass (*Chloris* spp.), Watergrass (*Commelina*spp.) and Wild bean [*Rynchosia minima* (D. C.)], survived to the Glyphosate applications; some of these species were controlled in previous years with the rates tested in this trial. When Gglyphosate was mixed with Alion, the emergence of new weeds was controlled for eight months, but it was impossible to stop the regrowth of those already established like *Chloris*spp.,*Indigoferasspicata*(Forssk) y *Partheniumhysterophorus*(L).
Key words: herbicides, tolerant species,oranges

INTRODUCCIÓN

La producción convencional de frutas cítricas se basa en la actualidad, en sistemas altamente consumidores y exigentes de recursos, entre los que se destacan los fertilizantes minerales, plaguicidas y entre estos últimos los herbicidas para el control de malezas; aunque en los últimos años, se ha discutido mucho sobre su uso racional para la protección de la naturaleza a través del uso sostenible de los recursos naturales (Delgado, 2006).

En la última década la tecnología utilizada para el control de malezas en la Empresa Citrícola Victoria de Girón, se ha basado principalmente en el uso del herbicida Glifosato por su amplio espectro de acción, no obstante, su empleo reiterado ha traído como consecuencia el establecimiento en las plantaciones de una diversa gama de especies dicotiledóneas (Morales, 1999; Casamayor, 2000).

Uno de los métodos utilizados para determinar la influencia de los herbicidas sobre las malezas ha sido el registro de malezas que se realiza con frecuencia bianual en dos períodos del año, lo cual ha permitido detectar cambios en las mismas. Los objetivos de este trabajo son evaluar el comportamiento de las malezas ante la aplicación de los herbicidas Glifosato y Alion.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una plantación de naranja Valencia [*Citrus sinensis* (L.) Osb.]de dos años de edad, injertado sobre el patrón Citrange carrizo[*Citrus sinensis* x *Poncirustrifoliata*] y plantado a 3 x 6 m, en un suelo ferralítico rojo de la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, Jagüey Grande, provincia Matanzas. Las evaluaciones se realizaron a partir del mes de mayo del 2016 y durante ocho meses. Se realizó un levantamiento de las principales malezas en esa área, la aplicación se realizó con mochila Matabi y los herbicidas utilizados para la evaluación fueron Glifosato (4 l/ha) y Glifosato + Alion (4 l/ha + 0.27 l/ha), se hicieron cuatro réplicas por tratamiento y un testigo sin aplicar.

Las evaluaciones se iniciaron a los siete días después de los tratamientos, a los 10, 15 días y después con frecuencia mensual durante ocho meses en que se realizó la última evaluación, durante este tiempo se anotaron las especies presentes en cada evaluacióny se tuvo en cuenta el efecto de las aplicaciones sobre el cultivo con la siguiente escala de fitotoxicidad, establecida de forma arbitraria por apreciación visual de los árboles.

Índice de evaluación	**Fitotoxicidad sobre el cultivo porárea afectada (%)**
1	0-25
2	26-50
3	50 -75
4	Más de un 75

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales especies presente en esta área fueron: Escoba amarga [*Partheniumhysterophorus*(L.)],Paragüita (*Chloris*spp.), Canutillo (*Commelina*spp.) y Frijol cimarrón [*Rynchosiaminima*(D. C.)], Hierba la niña (*Euphorbia*spp.), Romerillo (*Bidens pilosas* (L)], Hierba fina**(***Cynodondactylon*(L.) Pers. (biotipo),Manicimaron(*Alycarpusvaginalis*(L.) Roxb.),Malva de caballo (*Sidaumifolia*Mill.),Romerillo americano (*Tridaxprocumbens* (L) y Añilcimarrón(*Indigoferasspicata*Forssk).

A los 7 días de aplicados los herbicidas se observó un amarillamiento total sobre las malezas tratadas, diez días después se observó el control sobre un grupo de malezas, aunque algunas escaparon a las aplicaciones. La Escoba amarga, Paragüitas y Añil cimarrón lograron sobrevivir a las aplicaciones cuando se utilizó Glifosato solo y Glifosato +Alion.

En estudios realizados por Morales (1999) la especies Escoba amarga fue controlada por el Glifosato a dosis menores de las utilizadas para este ensayo, en el caso del Paragüita esta especie ha ganado espacio en las plantaciones y se ha presentado como una planta de difícil control, llegando a tener una frecuencia de aparición en las plantaciones de cítricos en más de un 30 % según Luzbet (2016). Otros autores como Rodríguez (2016) consideran de importancia económica estas malezas para el cultivo de los cítricos y los frutales en otras zonas frutícolas del país.

Los cambios en la composición de malezas y la tolerancia a los herbicidas se presentan debido a las estrategia utilizadas y al poder de establecimiento de algunas malezas (Martínez, 2016). Durante un estudio de ocho años en cultivo de la caña de azúcar, el mismo autor determinó la presencia de cambios en la composición de malezas con la aparición de algunas más agresivas.

Las observaciones del efecto delos herbicidas sobre Paragüitas muestran un color rojizo en las hojas de las plantas en ocasiones, estas llegan a defoliarse pero se logran reponer; este efecto se ha visto también cuando se aplican otros herbicidas como el Finale. En el caso del Añil cimarrón, se observa una defoliación total pero al mes se observa un rebrote de la planta que llega a reponerse a los dos meses.

La Hierba fina que estos momentos es la principal especie en las calles de toda la empresa, muestra una alta frecuencia en la calle y en el hilo y cuando la cobertura es intensa, el control se hace ineficiente. Cuando se utilizó el glifosato + Alion se evitó la aparición de nuevas malezas pero no el rebrote, aunque durante el período evaluado no se observaron plantas nuevas de escoba amarga.

En cuanto al efecto sobre el cultivo se observó que los brotes más bajos de los cítricos, que se pueden mojar por el herbicida, se arrugan y se caen las hojas, también toman un color blancuzco pero en ningún caso la fitotixicidad logro más de un 10 % de afectación al área foliar de las plantas.

Paraguita rebrotando después de la aplicación

Campo donde se realizó el ensayo

Daños causados por fitotoxicidad

Añil cimarrón rebrotando después del tratamiento

CONCLUSIONES

En las plantaciones donde se aplicó Glifosato solo y Glifosato + Alion,no germinaron las semillas de las plantas, pero no se pudo evitar el rebrote de aquellas que ya estaban establecida como Paragüita (*Chloris*spp.) yAñilcimarrón(*Indigoferasspicata*Forssk).La Escoba amarga [*Partheniumhysterophorus*(L.)] y Canutillo (*Commelina*spp.) no se controlaron con estas aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Casamayor. R. 2000 Glufosinato de amonio (Finale): una nueva opción para el control de malezas en el cultivo de los cítricos. Levante Agrícola 112-116p.

Delgado, R. 2006. El manejo del suelo y la agricultura ecológica. Agricultura Orgánica No. 1. 15p.

Luzbet R., Aranguren M., Pérez J., Chinea A., Delgado E., Mariales Paz y Alina García. 2016. *Cynodondactylon* L.Pers. (Biotipo) como especie invasora en las plantaciones de cítricos y frutales de Jagüey Grande. Memorias XX Congreso Científico internacional INCA. XII Simposio de agricultura sostenible. ISBN: 978-959-7023-89-0.

Martínez R,Zuaznábar R., León P., y Pérez M. 2016. Cambios en la comunidad de malezas asociadas a la caña de azúcar y su distribución actual en Cuba. V Congreso Nacional de Ciencia de las Malezas. III Taller Internacional de Madurantes y Bioestimulantes. 20 al 22 de Septiembre. Centro de Convenciones Lázaro Peña. La Habana, Cuba. P. 319.

Morales. G 1999. Tesis presentada en opción al título de Master en Citricultura Tropical Principales malezas de los Cítricos en Jagüey Grande y su manejo. 86 p.

Rodríguez Maylin, Lozano Dairy, Rodríguez J. L., Fortes H., Hernández Doris, González J. y BaróSurelys. 2016. Las malezas en Ecosistemas frutícolas. V Congreso Nacional de Ciencia de las Malezas. III Taller Internacional de Madurantes yBioestimulantes. 20 al 22 de Septiembre. Centro de Convenciones Lázaro Peña. La Habana, Cuba.P. 311.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE GRASIDIM CE 24 (*Cletodim*) DE LA COMPAÑÍA RAINBOW DE CHINA COMO MADURADOR EN CAÑA DE AZÚCAR

RESULTS WITH GRASIDIM CE 24 (*Cletodim*) OF RAIMBOW COMPANY OF CHINA APPLIED AS A RIPENER IN SUGAR CANE

Marrero, N*, Gómez, S*, Fernández C.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Cuba.
sgomez@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

La utilización de productos químicos, fundamentalmente herbicidas graminicidas como concentradores de sacarosa se ha hecho común en el cultivo de la caña de azúcar en diferentes regiones del mundo donde se produce dicha gramínea con el objetivo de acelerar el proceso de maduración de las plantaciones para obtener mayores rendimientos de sacarosa por tonelada de caña molida. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en Cuba con la aplicación de Grasidim CE 24 (*Cletodim*) de la compañía Rainbow de China como concentrador de sacarosa en caña de azúcar. Para la evaluación se desarrolló un experimento en áreas del bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA), municipio Florida, provincia Camagüey, en suelo Pardo con carbonatos (Cambisol) plantado con caña de azúcar, cultivar C86-12. Con la aplicación de Grasidim CE 24 a 0,30 L ha^{-1} se obtuvo un incremento del porcentaje de pol en caña, similar al estándar Cletodim CE 24 a igual dosis y, aplicado a 0,35 L ha^{-1} fue significativamente superior.

Palabras claves: concentrador de sacarosa, cletodim, pol en caña.

ABSTRACT

The use of chemical products, mainly herbicides as ripening agents, has become common in sugarcane cultivation in different regions of the world where it is produced with the aim of accelerating the ripening process of the plantations to obtain higher sucrose yields per ton of cane. This paper presents the results obtained in Cuba with the application of Grasidim CE 24 (cletodim) from Rainbow Company of China as a sugar cane ripener. For the evaluation, an experiment was carried out in areas of the experimental block of the Sugar Cane Territorial Research Station in Florida, Camagüey province, on soil Pardo with carbonate (Cambisol) planted with sugar cane, cultivar C86-12. With the application of Grasidim CE 24 to 0,30 L ha-1 a percentage increase of pol in cane was obtained similar to the standard Arrow CE 24 at the same dose but applied at 0,35 L ha^{-1} was significantly higher.

Key words: ripening agents, cletodim, pol in cane

INTRODUCCIÓN

Los concentradores de sacarosa son productos químicos sintéticos o naturales que inducen una acumulación de sacarosa en la caña de azúcar por encima de la provocada por la edad, período y otros factores ambientales y genéticos. Su utilización comercial en caña de azúcar a nivel internacional comenzó en la década de los 60 en pocos países y regiones cañeras. En Cuba, en la década de los 80 se realizaron ensayos y aplicaciones comerciales muy limitadas, principalmente con Flordimex (etefón) y posteriormente se comenzó la evaluación e introducción de otros productos. El uso de concentradores de sacarosa se ha convertido en una tecnología más de este cultivo en Cuba y a través de los años se ha venido generalizando desde 25 mil hasta más de 90 mil hectáreas anuales.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto en la concentración de sacarosa del nuevo producto Grasidim CE 24 (*Cletodim*) de Rainbow así como su efecto fitotóxico en la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento en áreas del bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Centro Oriental, municipio Florida, provincia Camagüey, en suelo Pardo con carbonatos (Cambisol), plantado con caña de azúcar, cultivar C86-12 en un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco réplicas en parcelas de 48 m^2
La aplicación de los tratamientos químicos se realizó el 20 de diciembre de 2015 con mochila Matabi de 16 litros de capacidad, a la cual se le realizó una extensión de la lanza para asperjar los productos en el follaje de la caña de azúcar, y punta de boquilla flood jet, color gris, con una presión de 1,5-2,0 kg cm^2 y solución final calibrada de 295,0 L ha^{-1}.

Los tratamientos evaluados fueron:

No.	Tratamiento	Dosis (L ha^{-1}) pc
1	Testigo absoluto o sin aplicación	-
2	Cletodim CE 24 (estándar)	0,30
3	Grasidim CE 24	0,25
4	Grasidim CE 24	0,30
5	Grasidim CE 24	0,35

pc: producto comercial

En el momento de la aplicación la humedad de suelo por lluvias fue abundante, así como durante el periodo de evaluación, atípicas para los meses de diciembre-marzo en nuestras condiciones (Tabla 1), lo que favoreció el buen estado fisiológico de las plantaciones que en el momento de la aspersión tenían 10 – 12 hojas activas.

Tabla I: Precipitaciones durante el período de evaluación.

Mes decena	Lluvia (mm)	Mes decena	Lluvia (mm)	Mes decena	Lluvia (mm)	Mes decena	Lluvia (mm)
Diciembre I	25,7	Enero I	22,2	Febrero I	1,0	Marzo I	10,8
Diciembre II	12,7	Enero II	0,0	Febrero II	0,4	Marzo II	2,3
Diciembre III	14,6	Enero III	48,9	Febrero III	7,6	Marzo III	29,2
Total	53,0		71,1		9,0		42,3

A los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación (dda) se tomaron muestras de 10 tallos por parcela para realizar análisis de laboratorio para determinar el efecto de los tratamientos en el contenido azucarero. Además a los 15, 30, 45 y 60 dda se evaluó la afectación foliar en la caña de azúcar, utilizando la escala de la EWRS de nueve grados (1). Tabla II.

Tabla II. Evaluación visual de la tolerancia del cultivo, escala EWRS.

Grado	Efecto sobre el cultivo
1	Ningún efecto, como el testigo.
2	Muy ligeros síntomas.
3	Ligeros síntomas.
4 (límite de aceptabilidad)	Síntomas más marcados, sin influencias cosechas
5	Dudoso
6	Daños bastantes fuertes
7	Daños fuertes
8	Daños muy fuertes
9	Destrucción total del cultivo

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Statgraphic_ Plus_ 50. Se realizó un análisis de varianza simple (Tukey $p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación realizada a los 15 días después de la aplicación (dda), Grasidim CE 24 a 0,35 L ha^{-1} mostró resultados de porcentajes de pol en caña superiores al testigo absoluto o sin aplicación, así como con los demás tratamientos evaluados (Tabla III), mientras que Grasidim CE 24 a 0,30 L ha^{-1} no mostró diferencias significativas con Cletodim CE 24 a igual dosis, estándar, los cuales fueron estadísticamente superiores al testigo sin aplicación y a Grasidim CE 24 a 0,25 L ha^{-1}. Este último mostraba resultados de porcentaje de pol en caña similar al testigo absoluto o sin aplicación (Tabla III).

A los 30 dda se obtuvo un incremento del porcentaje de pol en caña muy similar en los tratamientos 4 (Grasidim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}) y 5 (Grasidim CE 24 a 0,35 L ha^{-1}), similar al obtenido con el tratamiento 2 (Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}) estándar, los cuales fueron superiores al testigo sin aplicación y a Grasidim a la menor dosis (0,25 L ha^{-1}) que no difería del testigo absoluto o sin aplicación (Tabla III).

A los 45 dda Grasidim CE 24 a 0,25 y 0,30 L ha^{-1} no mostraron diferencias significativas con Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}, estándar. Mientras que a la mayor dosis (0,35 L ha^{-1}) resultó significativamente superior a dicho estándar (Tabla III).

A los 60 dda se obtuvo un incremento en proporciones similares en cada uno de los tratamientos pero las diferencias entre estos fue exactamente igual que a los 45 dda, donde la dosis de Grasidim CE 24 a 0,35 L ha^{-1} fue superior a Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}, estándar (Tabla III).

Fitotoxicidad de los diferentes concentradores de sacarosa sobre la caña de azúcar, cultivar C86-12.

A los 15 dda los tratamientos químico provocaron síntomas fitotóxicos grado 2 (muy ligeros) en el follaje de la caña de azúcar, cultivar C86-12 sin diferencias marcadas entre estos (Tabla III).

A los 30 dda Grasidim CE 24 a 0,25 L ha^{-1} provocó síntomas fitotóxicos ligeros (grado 3) en la caña de azúcar (Tabla III) y grado 4 (síntomas más marcados, sin influencias en la cosecha) en las dosis de 0,30 y 0,35 L ha^{-1}, similares a los provocados por Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}, (estándar).

A los 45 dda se observaron síntomas fitotóxicos grado 5 (dudoso) en las parcelas aplicadas con Grasidim CE 24 a 0,30 y 0,35 L ha^{-1}, similares síntomas que los provocados por Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1}, estándar (Tabla III).

A los 60 dda la fitotoxicidad fue grado 6 (daños bastante fuertes) con los tratamientos de Grasidim a 0,35 y 0,30 L ha^{-1}, llegando a provocar la muerte de la yema apical de la caña de azúcar (Tabla III), similares síntomas que los provocados por el estándar.

Tabla III. Porcentaje de pol en caña en cada tratamiento.

Tratamientos	15 dda	Fit.	30 dda	Fit.	45 dda	Fit.	60 dda	Fit.
Testigo	17,04^{c}	1	17,87^{b}	1	18,10^{d}	1	18,32^{d}	1
Cletodim 0,30	18,64^{b}	2	18,90^{a}	4	19,12^{bc}	5	19,43^{bc}	6
Grasidim 0,25	17,29^{c}	2	18,0^{b}	3	18,61^{cd}	4	18,98^{cd}	5
Grasidim 0,30	18,36^{b}	2	19,03^{a}	4	19,55^{ab}	5	19,47^{ab}	6
Grasidim 0,35	19,19^{a}	2	19,28^{a}	4	19,83^{a}	5	20,50^{a}	6
$\bar{X} \pm ES$	17,98±0,18		18,61±0,14		19,04±0,16		19,44±0,20	

Medias con superíndices diferentes en una misma columna, difieren estadísticamente (t. p<0,05).

CONCLUSIONES

- Grasidim CE 24 a 0,35 L ha^{-1} mostró resultados de porcentaje de pol en caña superior al estándar Cletodim CE 24 a 0,30 L ha^{-1} y Grasidim CE 24 a 0,30 L ha^{-1} mostró resultados similares al citado estándar.
- Los daños fitotóxicos provocados por los tratamientos químicos en la caña de azúcar, cultivar C86-12 fueron incrementándose con el tiempo, desde grado 2 hasta grado 6, según la dosis, observándose los mayores efectos a los 60 dda con Grasidim a 0,30 y 0,35 L ha^{-1}, similares síntomas a los provocados por Cletodim 0,30 L ha^{-1}, estándar.

REFERENCIAS

1.- Johannes, H. Y J. Schuh. 1971. Das bonitierungsschema 1-9. European Weed Research Council (EWRS), Begbroke Hill, Kidlinton, Oxford.

PROPUESTA DE MEJORA DEL SERVICIO DE CONTROL INTEGRAL DE MALEZAS

PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF THE WEED INTEGRAL CONTROL SERVICE

Martínez, R[1], Zuaznábar, R[1], Gallego R[1], Barreto B[1] y Oliva L. M[1].

[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, Km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.
* rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, con el objetivo de elaborar un proyecto de innovación para la mejora del Servicio de Control Integral de Malezas. Para ello se emplearon diferentes métodos y herramientas, tales como el análisis y crítica de fuentes, el análisis y la síntesis, entrevistas y el sistema Microsoft Project. La evaluación económica se realizó teniendo en cuenta el ahorro de divisas por la disminución delas cantidades de herbicidas a importar, a partir de los datos de 2016 ofrecidos por el Grupo de caña de AZCUBA. El proyecto obtenido contempla 30 actividades, agrupadas en 4 etapas de trabajo, con gran incidencia en la eficiencia y eficacia de la organización y de gran impacto económico, ambiental y social para el país.
Palabras clave: Innovación, servicio científico técnico, control de malezas.

ABSTRACT

The work was developed in the Sugarcane Researches Institute, with the objective of elaborating an innovation project for the improvement of the Weed Integral Control Service. For they were used it different methods and tools, such as the analysis and critic of sources, the analysis and the synthesis, interviews and the system Microsoft Project. The economic evaluation was carried out keeping in mind the saving of foreign currencies for the decrease of the quantities of herbicides to care, starting from the data of 2016 offered by the Group of cane of AZCUBA. The obtained project contemplates 30 activities, contained in 4 work stages, with great incidence in the efficiency and effectiveness of the organization and of great economic, environmental and social impact for the country.
Keyword: Innovation, technical scientific service, weeds control.

INTRODUCCIÓN

La fuente fundamental de ingresos del INICA es el cobro por los servicios científico técnicos, a la que se añade la venta de vitroplantas, semilla básica, caña para la industria procedente de los experimentos y medios biológicos, entre otros. En 2016 los ingresos obtenidos por estos fueron de 22 millones de pesos (CUP), el 75,5% de los ingresos totales. En la actualidad están reconocidos en el carácter de servicios científico técnicos los siguientes: Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), Servicio de Recomendación de Variedades y Semillas (SERVAS), Servicio de Control Fitosanitario (SEFIT) y Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) (1, 2).

El SERCIM es el servicio científico técnico brindado a los productores de caña de azúcar del país destinado al asesoramiento y capacitación de estos para la implementación de un control integral de malezas basado en los principios del manejo integrado y el uso de modernas tecnologías. Su objetivo general es contribuir a que el productor de caña alcance mayores rendimientos agrícolas y eficiencia económica mediante un control de las malezas técnicamente más eficaz, económicamente más viable y ambientalmente más seguro (3). El

SERCIM además, realiza prueba de productos herbicidas y participa en las evaluaciones técnico explotativas de las técnicas de aplicación de herbicidas.

En el análisis del entorno interno del INICA se han identificado entre las debilidades de la organización las insuficiencias en los servicios científicos técnicos; por lo que el proceso de mejora de los mismos, mediante la eliminación de las insuficiencias de calidad, técnica y tecnológica, es una tarea de primordial importancia para la organización, por su incidencia en el cumplimiento de la misión y la visión (1). Teniendo en cuenta lo anterior el trabajo tiene como objetivo proponer una innovación para la mejora del Servicio de Control Integral de Malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del trabajo se emplearon diferentes métodos y herramientas, tales como el análisis y crítica de fuentes, el análisis y la síntesis, entrevistas, reducción de listado, matriz de significación y matriz de motricidad. El proyecto de innovación se elaboró con el apoyo del sistema Microsoft Project, a partir de la consideración de los procesos del Ciclo de Deming o de mejora continua (planear, hacer, verificar y actuar) en sus diferentes acciones y los aspectos definidos en la Instrucción No. 1 del Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros para el plan de actividades del mismo. La evaluación económica se realizó teniendo en cuenta el ahorro de divisas por la disminución de las cantidades de herbicidas a importar, como consecuencia de la introducción de una nueva tecnología, capaz de colocar el herbicida donde realmente se encuentra la maleza. Se consideró una reducción del área a atender de un 25%, estimado a partir de los reportes encontrados en la literatura (4, 5), que señalan desde un 10 hasta un 80% o más, el área ocupada por los “manchones” de malezas dentro de un campo. Para el cálculo se tuvieron en cuenta los datos ofrecidos por el Grupo de caña de AZCUBA correspondientes a 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el diagnóstico realizado al SERCIM se detectaron algunas insuficiencias, dadas por la desactualización de ciertos documentos normativos, como los manuales de procedimientos del Grupo de Expertos y del Servicio cuyas últimas versiones datan de 2013,los cuales es preciso actualizar a la luz de los cambios de estructura y otros ocurridos en la empresa y en el entorno. También se reveló desactualización en el Manual de malezas, elemento clave para la identificación de las especies durante la realización de las encuestas que realiza el Servicio, al cual es necesario incorporarle dos nuevas especies de malezas leñosas: *Albizia procera* (Roxb.) Benth y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Además, está presente la necesidad de incorporar al software de apoyo algunos algoritmos que propicien la elaboración de recomendaciones a los productores con un concepto más cercano al de manejo integrado de malezas. Igualmente, se precisa de la introducción y evaluación en el país de las nuevas tecnologías provistas de herramientas de Agricultura de Precisión, que permiten un manejo sitio específico de las malezas, mediante la aplicación de los productos herbicidas sólo en aquellas zonas que se encuentran afectadas por la competencia de malezas, lo que mejora notablemente la eficiencia de su uso, disminuye el excedente de agua e ingredientes activos y evita o minimiza impactos ambientales desfavorables (6).

Teniendo en cuenta las insuficiencias antes señaladas se elaboró un proyecto de innovación para la mejora del SERCIM, una de las tecnologías clave de la organización (7); por cuanto contribuye a sustentar la posición competitiva actual de la empresa y ejerce un gran impacto en la obtención de beneficios y en el incremento de la productividad de la misma. La innovación está encaminada a la actualización de los documentos normativos referidos; a modificaciones del software, así como a la evaluación de las nuevas tecnologías para la aplicación de los productos herbicidas. Las fuentes de ideas para el proceso de cambio proceden de las actividades internas de I+D desarrolladas durante varios años por la empresa, de la organización superior de la entidad, de la alta dirección de esta y de los eventos y exposiciones, que han

permitido intercambiar con otros especialistas de reconocido prestigio internacional en la materia. Los factores identificados como los que más obstaculizan la implementación de la innovación son la falta de fuentes de financiación apropiada, la falta de interés de consumidores a nuevos productos, dificultades para adquirir recursos materiales, la insuficiente colaboración internacional y la resistencia al cambio. Ello se demuestra en la no existencia de financiamiento para la ejecución de proyectos en la organización superior de la entidad, el desinterés de los productores en el cumplimiento de las recomendaciones actuales ofrecidas por el Servicio y la disminución que han experimentado las acciones de colaboración internacional en los últimos años.

En el proyecto concebido, según el ciclo de Deming, las actividades de tipo planear representan un 33,3%; las de hacer un 40%; las de verificar 10% y las de actuar 16,7%.El proyecto contempla, según el Diagrama de Gantt, 30 actividades con una duración de 197 días. Su implementación mejoraría la eficiencia y eficacia de la organización, expresadas a través de la relación ingresos de los servicios/ingresos totales y del coeficiente ingresos servicios/gastos en los servicios, como consecuencia del incremento del precio del servicio de 0,70 pesos/t de caña molible a 0,93. El incremento de los ingresos por el concepto antes expresado, de conjunto con la disminución de los costos por la compra de herbicidas, permitirá a la institución mejorar el salario medio de los trabajadores, aspecto identificado entre las debilidades de la organización.

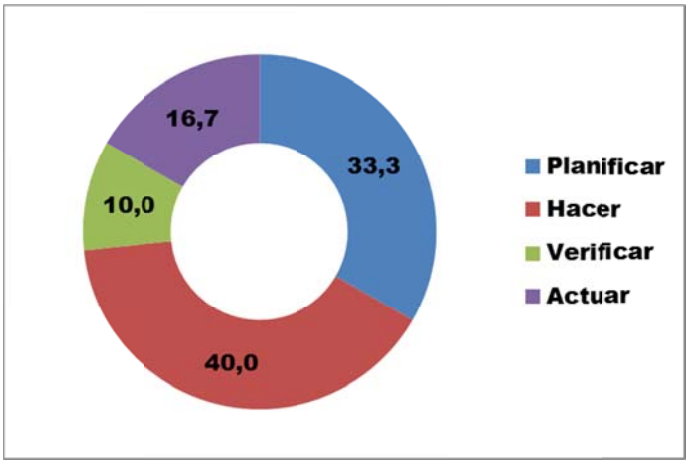


Figura 1. Ciclo Deming del proyecto de innovación al SERCIM.

En la tabla I se exponen los resultados que podrían esperarse por la introducción de la innovación a nivel de todo el país. El área de caña a atender alcanzaría la cifra de 499 246,7 ha, la que podría atenderse con 3 600 t de herbicidas, 1 200 t menos, que significarían un ahorro de más de 13 millones de USD. Lo anterior permitiría incrementar el nivel de efectividad de los herbicidas, disminuyendo los costos por ha a 54,3 USD/ha, o sea, 18,1 USD/ha menos.

En el aspecto ambiental la innovación propuesta disminuye la carga contaminante al medio ambiente aportada por el uso de los herbicidas, muchos de los cuales están en un proceso de restricción a nivel mundial por los comprobados daños que causan a los cultivos colindantes, los animales y personas; con la consecuente protección de los operarios en lo relacionado a salud (8).

Tabla I. Impacto económico del proyecto de innovación al SERCIM.

Variable	UM	Antes de la innovación	Después de la innovación	Diferencia
Área con caña	ha	741676	741676,0	0,0
Área a atender	ha	665662,2	665662,2	0,0
Área real a atender	ha	665662,2	499246,7	-166415,6
Cantidad herbicida	t ó kL	4800,6	3600,5	-1200,2
Costo herbicida	USD	53710800	40283100,0	-13427700,0
Costo por ha	USD/ha	72,42	54,3	-18,1

En el aspecto social contribuye al incremento de los ingresos de los productores de caña por disminución de los gastos en la compra de herbicidas y el incremento de las ventas, por la mayor producción de caña lograda a consecuencia del más efectivo control de las malezas en las plantaciones de caña ejercido por los herbicidas.

CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico realizado al SERCIM se detectaron insuficiencias en los documentos normativos, el manual de malezas y el software de apoyo.
2. El proyecto de innovación propuesto es de gran incidencia para la eficiencia y eficacia de la organización y de gran impacto económico, ambiental y social para el país.

REFERENCIAS

1. Hernández, B., N. Y. Zambrano y E. de la C. Cutiño.: Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad para el INICA. Diplomado de dirección y gestión empresarial IX edición. Centro Nacional de Capacitación Azucarera “Jesús Menéndez Larrondo”. La Habana. 71 p. 2014.
2. Tamayo, M.: Propuesta para implantar base de datos centralizada del software contable Versat – Sarasola. Diplomado de dirección y gestión empresarial XIV edición. Centro Nacional de Capacitación Azucarera “Jesús Menéndez Larrondo”. La Habana. 56 p. 2016.
3. INICA. Manual de procedimientos del SERCIM. 40 p. 2013.
4. Johnson G. A., Mortensen D. A., Youmg L. J. and A. R. Martin. The stability of weed seedling population models and parameters en eastern Nebraska corn and soybeans fields. Weed Science 43, 604-611, 1995.
5. Rew L. J., Cussans G. W., Mugglestone M. A. and P. C. H. Miller. A technique for mapping spatial distribution of Elymusrepens with estimates of potential reduction of herbicide usage from patch spraying. WeedResearch, 36, 283-292,1996.
6. Moltoni, A. Pulverización selectiva de herbicidas: Implicancias tecnológicas y económicas de su implementación en Argentina. CADIR. 2005.
7. Delgado, M.: Innovación en la dirección y gestión empresarial. Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno. La Habana, 56 p. 2013.
8. Leguizamón, E. Las Malezas y el Agroecosistema. Cátedra de Malezas-Facultad de Ciencias Agrarias-U.N.R. Santa Fe-Argentina. 2006.

PRINCIPALES ARVENSES ASOCIADAS CON EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN LA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE (UEB) "FERNANDO DE DIOS", DE LA PROVINCIA DE HOLGUÌN

MAIN GROWING IN SOWN FIELDS ASOCIADASES WITH THE CULTIVATION OF THE CANE OF SUGAR IN THE MANAGERIAL UNIT OF ROCK "FERNANDO OF DIOS", OF THE PROVINCE OF HOLGUIN

Morales, A*., Valdés, O. y Ferrer, F.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Carretera Central "Martínez Prieto" km 2½, Boyeros, Ciudad Habana, C.P. 19390.
martin.morales@inicahl.azcuba.cu

RESUMEN

Se exponen los resultados que se obtienen en el relevamiento realizado en 12 Unidades de Producción Cañera pertenecientes a la Unidad Empresarial de Base "Fernando de Dios" en el Sur de la provincia de Holguín. El objetivo fue identificar y caracterizar las principales arvenses que conviven asociadas con el cultivo de la caña de azúcar, para el uso racional de los recursos del programa de control. La riqueza total fue de 26 especies, representadas en 21 géneros *y*nueve familias, de ellas 14 pertenecientes a la clase Liliatae 12 a la clase Magnoliatae. Las arvenses *Cynodon dactylon (L.),Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) C., *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf. y *Brachiaria fasciculata (Sw.) Blak,* con categorías Muy frecuentes presentaron las mayores valores de frecuencias y *se* reportan como las más agresivas, persistentes y difíciles de controlar, dado a sus altos valores de sociabilidad, dominancia y abundancia.
PALABRAS CLAVE: arvenses, frecuencia, caña de azúcar, sociabilidad

ABSTRACT

The present study expose the obtained results in the carried out survey in 12 units of sugar cane production belonging to the managerial unit of Base"Fernando de Dios" in the south of the Holguín province. The objective was to identify and characterize the main growing in sown fields that it live together becomes a partner of the cultivation of the sugar cane for the rational use of the resources of the control program. The total wealth went of 26 species, represented in 21 genres and nine families, of them/it 15 belonging to the Liliatae class and 11 to the Magnoliatae class. The weeds *Cynodon dactylon (L.),Rottboellia cochinchinensis (Lour.) C.*, *Dichanthium annulatum (Forsk.) Stapf.* and *Brachiaria fasciculata (Sw.) Blak*, with Very frequent categories it presented the bigger frequencies and it is reported as the more aggressive, persistent and difficult of controlling, given to your high values of sociability, dominance and abundance.
KEY WORDS: weeds, frequency, sugar cane, sociability

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente las malezas se han considerado organismos indeseables, dado fundamentalmente por la interferencia que establecen con las especies cultivadas por los recursos luz, agua y nutrientes (Reynoso, 1862,Guzmán y Alonso, 2001 y Cuellar *et al*., 2003), acumulando mayores cantidades de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) que la caña de azúcar, lo que demuestra su mayor "habilidad" para absorber nutrimentos (Díaz y Zuaznábar, 1987). Resultados de varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo han demostrado que la competencia de las arvenses dentro de los primeros cuatro meses después de la plantación es muy dañina para los rendimientos de caña y de azúcar

(Obien y Baltazar, 1978). En Cuba las arvenses están consideradas como la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas (Álvarez, 2012). Según Hernández *et al.* (2009) el control de las malezas sólo es efectivo si se conocen las especies presentes y se ejecuta de manera integral. El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer las principales especies de arvenses que conviven asociadas con el cultivo de la caña de azúcar en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Fernando de Dios de la provincia Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Unidad Empresarial se localiza al Norte de la provincia,posee un área de 12 800 hectáreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, estructurada en 9 Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), dos Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y un Banco de Semilla Registrada (BSR). Durante el año 2016, se estudiaron las encuestas del Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) de los años 2013, 2014, 2015 y 2016). Para darle cumplimento a los objetivos del estudio se evaluaron a nivel de bloques las variables siguientes: Abundancia = Número de individuos de una especie estimada en forma cualitativa visual por unidad de área, Intensidad Media Absoluta (IMA) = Suma de la intensidad promedio en porcentaje de una especie dividido por la cantidad de muestreos, Intensidad Media Real (IMR) = Suma de la intensidad promedio en porcentaje de una especie dividido por la cantidad de muestreos en los que aparece la misma yfrecuencia de aparición, la cual se determinó por la ecuación que a continuación se muestra, de acuerdo a los valores de frecuencia obtenidos las especies se clasificaron en las categorías siguientes: Accidental (< 25 %);Poco frecuente (desde ≥25 hasta ≤49 %); Medianamente frecuente (desde ≥50 hasta ≤74 %) y Muy frecuente (desde ≥75 hasta ≤100 %).

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de campos muestreados en que ocurre la especie}}{\text{Número total de campos muestreados}} \text{ X } 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario de arvenses reportó un total de 26 especies, representadas en 21 géneros ynueve familias, de ellas 14 pertenecientes a la clase Liliatae y 12 a la clase Magnoliatae. Las familias Poaceae y Fabaceaeresultaron las más destacadas (Cuadro I).

Cuadro I. Familias, géneros y especies

Familias	Géneros	Especies
Monocotiledóneas		
Poaceae	**10**	**13**
Cyperaceae	**1**	**1**
Sub total	**11**	**14**
Dicotiledóneas		
Convolvulaceae	**1**	**2**
Fabaceae	**4**	**4**
Euphorbiaceae	**2**	**2**
Mimosaceae	**1**	**1**
Portulacaceae	**1**	**1**
Malvaceae	**1**	**1**
Asteraceae	**1**	**1**
Sub total	**11**	**12**
Total	**22**	**26**

Las arvenses *Cynodon dactylon (L.),Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) C, *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf. y *Brachiaria fasciculata (Sw.) Blak,* con categorías Muy frecuentes presentaron las mayores frecuencias y se reportan como las más agresivas y difíciles de controlar, dado a sus altos valores de sociabilidad y abundancia (Cuadro II). Un segundo grupo de interés lo integranlas especies de categoría Medianamente frecuentes *Euphorbia heterophylla L., Macuna pruriens (L.) D.C*., *Rhynchosia minina* (L.), *Ipomoea triloba* L, *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf., *Malachra alceifolia Jacq. y Sorghum halepense (L.) Pers* a las que debemos prestar especial atención. *Ipomoea triloba* L. y *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf se

reportan con abundancia y altos niveles de Intensidades Media Absoluta e Intensidades Media Real en campos y bloques de las unidades, Regino Guerrero, Mario Salcedo, CPA 26 de julio de Banes, José Ramón Quintana, Unión 2 y Banco de Semilla Registrada.

Cuadro II. Frecuencia e Intensidades Media Absoluta y Media Real de las arvenses.

Nombre científico	Nombre vulgar	Frecuencia	Categoría	IMA	IMR
Cynodon dactylon (L.)	yerba fina	100.0	Muy frec.	15.1	15.1
Rottboellia cochinchinensis (Lour.) C	zancaraña	100.0	Muy frec.	14.4	14.4
Dichanthium annulatum (Forsk.) Stapf	pitilla villareña	91.67	Muy frec.	14.7	16.0
Brachiaria fasciculata (Sw.) Blake.	surbana	75.00	Muy frec.	4.7	6.3
Euphorbia heterophylla L.	lechosa	66.67	Med. frec.	4.7	7.0
Ipomoea triloba L.	aguinaldo marrullero	58.33	Med. frec.	6.8	11.7
Rhynchosia minina (L.)	bejuco culebra	58.33	Med. frec	5.1	8.8
Macuna pruriens (L.) D.C.	pica- pica	50.00	Med. frec	4.8	9.7
Sorghum arundinaceum (Desv.) Stapf	millo	50.00	Med. frec	7.3	14.5
Malachra alceifolia Jacq.	pelo de buey	50.00	Med. frec	3.0	6.1
Sorghum halepense (L.) Pers	Don Carlos	50.00	Med. frec	3.0	6.1

Las especies Poco frecuentes*Ipomoea tiliácea (Willd.) Choisy (marrullero), Teramnus labialis (L.F) Spreng* (conocida por chuchugue en la UEB, hierba de conejo en República Dominicana y frijolillo en Puerto Rico), *Leptochloa panicea (Retz.) Ohwi* (plumilla),*Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit* (leucaena), *Panicum máximum Jacq. (*hierba guinea*)*y las Accidentales *Chamaesyce hirta (L.) Millsp (*lechera*), Brachiaria mutica (Forsk)* Stapf (Paraná), *Acacia farnesiana (L) Willd* (aroma amarilla),*Echinochloa colona (L.) Link* (mete bravo),*Xanthium strumarium L.* (guizazo de caballo), *Cyperus rotundus L* (cebolleta), *Portulaca oleracea L.* (verdolaga), *Eleusine indica (L.) Gaertn* (pata de gallina), *Brachiaria subquadriparia (Trin.) H.* (pasto prieto) *y Paspalum paspaloide (Michx.) Scribn*(pasto Estrella) se manifiestan como las arvenses demenores frecuencias, no obstante deben ser vigiladas y controladas, *Teramnus labialis (L.F) Spreng* es un bejuco fino, trepador en espiral y causa severos daños al follaje de tallos y plantones. Las unidades de producción Rafael Moreno, 26 de julio de Tacajo y José Ramón Quintana reportan abundancia en algunos de sus campos, deben realizar acciones de control que impida la invasión (Cuadro III).

Cuadro III. Abundancia de las principales cuatro arvenses por unidades. Escala (1 – 4)

Nombre científico	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Dichanthium annulatum	1	3	1	2	1	1	4	4	1	1	1	3
Cynodon dactylon (L.)		1	2	3	2	2	2	2	2	3	2	1
Sorghum halepense (L.)						4						
Rottboellia cochinchinensis	2	4	4	1	3		1	1	4			2
Teramnus labialis (L.F) S.	4									4	4	
Paspalum paspaloide	3	2										
Panicum máximum Jacq.						3			3	2		
Ipomoea triloba L.			3	4			3				3	
Sorghum arundinaceum					4			3				4

a. (Rafael Moreno), b. (Santa Ines), c. (Regino Guerrero), d. (Mario Salcedo), e. (Rigoberto González.) f. (Juan G. Soto) g. (26/7/Banes), h. (Unión 2), i. (Jesús Menéndez) j. (26/7 Tacajo) k. (José R.Quintana, l. (BSR).

CONCLUSIONES

1.- El inventario de las arvenses reportó la existencia de nueve familias, 21 géneros y 26 especies, de ellas cuatro clasificaron como Muy frecuentes, siete Medianamente frecuentes, cinco Poco frecuentes y 10 Accidentales, 14 pertenecientes a la clase Liliatae y 12 a la clase Magnoliatae.

2. -Las arvenses *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf, *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton y *Cynodon dactylon (L.) Pers.*, representan a las especies más agresivas y persistentes dado a sus altas frecuencias de aparición, abundancia y altos niveles de sociabilidad para sus convivencias con otras especies.

3.- *Euphorbia heterophylla L., Ipomoea triloba L., Rhynchosia minina (L.), Macuna pruriens (L.) D.C., Sorghum arundinaceum (Desv.) Stapf., Malachra alceifolia Jacq., Sorghum halepense (L.) Pers.* y *Teramnus labialis (L.F) Spreng* conforman un segundo grupo de arvenses que incrementan sus presencias en las unidades de producción..

REFERENCIAS

1.- Guzmán, G. I. y Alonso, A.M.:Manejo de malezas (flora espontánea) en agricultura ecológica. Hoja divulgativa 4.6/01. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. 2001.
2.- Cuéllar, I. A.; De León, M. E.; Gómez, A.; Piñón, D.; Villegas, R. & Santan. Caña de azúcar, paradigma de sostenibilidad.Ediciòn Publinica. La Habana.175 pp. 2003.
3.- Reynoso, A. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. 6ta ed., Editorial Nacional de Cuba. La Habana. 462 pp. 1963.
4.-Díaz, J.C. y R. Zuaznábar. Extracción de N, P, K por cinco especies de malezas y dos variedades de caña de azúcar sobre suelo Ferralítico Rojo. Rev. INICA, 3, p.46-59.1987.
5. Obien S.R. y A.M. Baltazar. Weed control in sugarcane in the Philipines. En: Symposium Weed Control in Tropical Crops, Manila, pp. 45-55.1978.
6.- Álvarez, A. Las malas hierbas. Pérdidas en azúcar y económicas. II Congreso Nacional Ciencias de Malezas, La Habana, pp. 56-58. 2012.
7.- Hernández, H., O. Santana, J. C. Díaz, A. Chinea Martín, Yolanda González. Prueba de extractos de plantas alelopáticas para el control de malezas. Memorias 60 Aniversario. EPICA Matanzas. CD-ROM ISSN 1028- 6527, 7 pp. 2009.

IMPACTO DE ALTA DENSIDAD DE SIEMBRA“CULTIVO EN PARED”DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM OFFICINARUM L.), EN EL CONTROL DE MALEZAS, EXPERIENCIA EN CENTRO EXPERIMENTAL “ING. RAÚL PÉREZ DE ALEJO”, INGENIO LA CABAÑA, EL SALVADOR

IMPACT OF HIGH STOCKING DENSITY "WALL CULTURE" OF SUGAR CANE (SACCHARUM OFFICINARUM L.), IN THE CONTROL OF WEEDS, EXPERIENCE IN EXPERIMENTAL CENTER "MR. RAUL PEREZ ALEJO", WIT THE CABAÑAS, SUGAR MILL EL SALVADOR

Monge, J. y Quiñónez, E.

RESUMEN

El Ingenio La Cabaña, ubicado en San Salvador, El Salvador, cuenta con área de producción de semilla de caña, donde evaluó alternativas de siembra de caña a lo “Tradicional” (7,142 m surco/Ha y 12 meses)con el objetivo de incrementar productividad; ha cosechado cada seis meses cultivos en “Piña” (10,526 m/ha) y “Pared” (16,666 m/ha);ha identificado un impacto de estas densidades en el desarrollo de malezas, aplicando herbicida Imazapic (242 gr/ha) cinco días después de cosecha (DDC) y control mecánico a los 30 DDC, cerrando el cultivo 45 días Pared y 60 días Piña con un control manual adicional. Los promedios generales de dos cosechas en 2015, incluyendo todas las variedades, fueron139.38 y 209.90 tm/ha/año, respectivamente. Se implementó la secuencia de labores: Nutrición, en función de 120 TM/Ha a producir, primera fertilización a los 20 DDC y luego cada 15 días, hasta completar la dosis.

ABSTRACT

The Ingenio La Cabaña, located in San Salvador, El Salvador, has area of seed production of cane, where evaluated sugarcane planting alternatives to "Traditional" (7,142 m Groove / has and 12 months) with the aim of increasing productivity; It has harvested every six months "Pineapple" crops (10,526 m / has) and "Wall" (16,666 m / has); has identified an impact of these densities in the development of weeds, applying herbicide Imazapic (242 gr / has) five days after harvest (DDC) and the 30 DDC mechanical control, closing the crop wall 45 days and 60 days pineapple with an additional manual control. The General averages for two crops in 2015, including all varieties, fueron139.38 and 209.90 tm/ha/year, respectively. We implemented the sequence of work: nutrition, according to 120 TM / has to produce, fertilization first to the 20 DDC and then every 15 days until the dose.

INTRODUCCIÓN

La competencia activa de las malezas con el cultivo de caña de azúcar, es un aspecto de gran incidencia en la disminución de los rendimientos y la productividad por área. La magnitud del daño está relacionada con las especies de malezas presentes, el grado de infestación y el tiempo en que se manifiesta. De este modo, a medida que es mayor el periodo en que el cultivo se encuentra limpio desde su plantación, menor será la perdida de rendimiento y mayor por lo tanto la producción, a consecuencia de la obtención de un mayor número de tallos. (Pérez H., *et.al.* 2013).

En el Centro Experimental “Raúl Pérez de Alejo” se cuenta con 14 Ha de terreno, donde se realizan investigación sobre variedades y otras soluciones tecnológicas que contribuyan a la productividad, control de plagas, etc., además se produce semilla de caña de azúcar en múltiple parcelas. Las densidades de siembra en

el cultivo de caña de azúcar es uno de los factores que pueden definir la producción, ya que determina la cantidad de tallos que podrán crecer en la misma unidad de área, por lo que es importante considerar diferentes criterios técnicos al momento de seleccionar el tipo de siembra aestablecer; en la presente experiencia, se muestran dos distanciamientos, la cantidad de esfuerzos de control de malezas y su impacto en la producción, orientando la relación entre el periodo de cierre del cultivo y la productividad;es decir, buscando interpretar como la ausencia de luz entre surcoslimita el desarrollo de malezas y permite que el cultivo se desarrolle sin competencia, facilitando mayor crecimiento, número de tallos por unidad de área y finalmente rendimiento de caña por hectárea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron dos densidades de siembra en la producción de semilla: 1.“Piña”: tiene doble surcos separados por una calle de 1.2 m con el siguiente doble surco, la distancia interna entre los surcos es de 0.70 m, alcanzando un total de 10,526 m de surco por hectárea; 2. “Pared”: surcos dispuestos cada 0.60 m, logrando un total de 16,666 metros de surco por hectárea.En toda el área del Centro Experimental, se ha registrado ambas densidades, por lo que en el presente trabajo se presentan los resultados generales de la producción de semilla, pero también se ha documentado variedades específicas, en las que se obtuvo información detallada: CP-841198, CP-801557 y CP-881508.

Los lotes de las variedades mencionadas se iniciaron a sembrar en mayo de 2014, manteniéndose en producción durante dos años,cosechando cada seis meses y finalizando en noviembre2016 con el cuarto corte de caña.Se preparó el suelo con dos pasos de rastra y surcado a 20 cm, habiéndose sembrado en cadena sencilla, no traslapada, utilizando de caña-semilla en Piña 7 TM/Ha y en Pared 11 TM/Ha. Se aplicó fertilizante buscando nutrir 120 TM/Ha por ciclo, de manera no hubiese limitación por falta de nutrientes, dosificando 1.2 kg de N/TM, 0.35 kg de P_2O_5/TM y 0.9 kg de K_2O/TM;la distribución del fertilizante fue 40% incorporándolo, dentro del surco, a la siembra, para el primer ciclo,en el resto de ciclos, se aplicó la misma proporción a los 20 DDC; subsiguientemente15 % cada 15 días, por cuatro ocasiones, hasta completar el 60% restante.

En lo relacionado al control de malezas, se aplicó herbicida pre-emergente cinco días después de siembra o cosecha, luego a los 30 DDC se le realizó un paso de arado con tracción animal,para control de escapes de malezas y aporco del cultivo, logrando el cierre a los 45 días en parcelas Pared; en parcelas Piña a los 45 días se realizó un control manual de malezas adicional, logrando el cierre del cultivo a los 60 días. Este manejo fue programado y se realizó siempre de esta manera, pues formó parte de la secuencia de labores implementada para la producción de semilla, no habiendo necesidad de modificarlo en ninguna de las parcelas.

El desarrollo de estas parcelas se realizó bajo condiciones de riego, para el cual se cumplió una Norma de 30 mm cada 12 días, la textura de suelo es Franco Arenoso, con 1.92% de materia orgánica, no habiendo padecido falta de humedad durante el periodo considerado, es decir, el agua no fue una limitante productiva.

Se midieron los rendimientos promedios de toneladas métricas de semilla de caña de azúcar obtenidas en las cuatro cosechas, según la variedad y sobre los cuales se observa el número de controles de malezas realizados por tipo de siembra. Además, de manera general, de todo el Centro Experimental, se presenta la diferencia obtenida en los promedios productivos segúndensidad de siembra.

RESULTADOS

Se compararon los rendimientos de caña de azúcar obtenidos en el periodo de cosecha del mes de noviembre durante las zafras 14/15 hasta la 15/16, donde los resultados reflejan un incremento significativo de la producción utilizando el distanciamiento tipo Pared en relación al tipo Piña, en la variedad CP-801557, la diferencia fue de 8.2 tm, en la CP-841198 fue 21.03 tm y en la CP-881508 fue 24.81 tm.

En todos ellos fue registrado un manejo adecuado de malezas, impidiendo que éstas afectaran el desarrollo del cultivo, ni limitaran el potencial productivo de cada una de las densidades de siembra para la producción de caña semilla. La diferencia entre ambos tipos de siembra, fue que en Pared no se realizó un control manual a los 45 días después de cosecha, mientras que en Piña sí fue registrado. Esto fue reportado en bitácoras de ejecución de la secuencia de labores programadas para dichas parcelas, lo cual está basado en que el cierre del cultivo en Pared fue aproximadamenteen los 45 DDC, mientras que en Piña en los 60 DDC, obteniéndose 15 días de ventaja para Pared que no requirieron dicho manejo adicional de malezas.

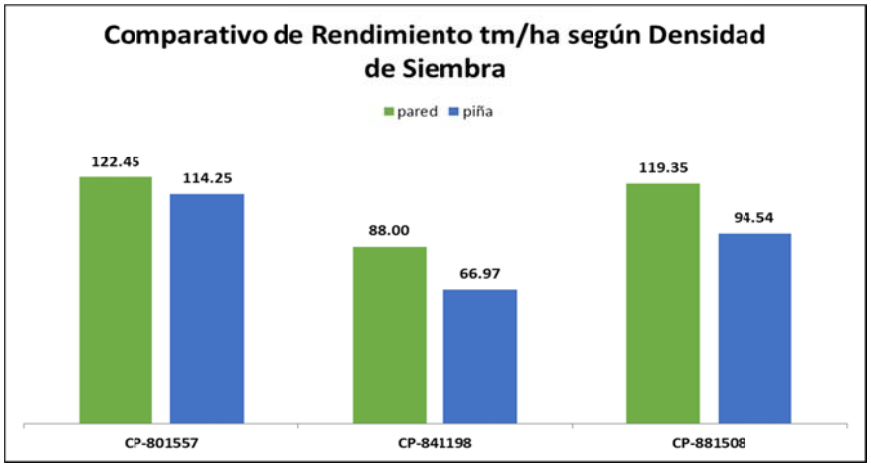


Figura 1 Comparativo de rendimientos de campo en TM/Ha según variedad cosechadas en el mes de noviembre durante Zafra 2014-15 y 2015-16.

A continuación, se muestra un poster utilizado para transferir resultados obtenidos de manera general, con diferentes densidades y variedades de caña de azúcar cultivadas en el Centro experimental “Ing. Raúl Pérez de Alejo”, tanto en el período de mayo y noviembre de 2015, en el cual se puede apreciar la diferencia de rendimiento obtenida en TM/Ha.

Existe una correspondencia entre lo que se indica de rendimientos de campo, tanto a nivel de las tres variedades en el mes de noviembre, como en todo el centro experimental, a favor de la densidad de siembra tipo Pared, la cual, como se indicó recibió un control de malezas menos y cerró el cultivo aproximadamente 15 días antes, en relación al cultivo en Piña, es decir, se invirtió menos en controlar malezas y su efecto fue más rápido, obteniendo un rendimiento mayor en la misma unidad de área.

CONCLUSIONES

- Utilizando la densidad de siembra Tipo Pared (0.60 m entre surco) se logró el cierre del cultivo aproximadamente a los 45 días después de corte, lo que permitió ladisminución de un control manual de malezas en relación al cultivo en Piña.
- Las mayores producciones se obtuvieron con la densidad de siembra Tipo Pared, habiéndose desarrollado bajo las mismas dosis de fertilizantes, irrigación y manejo de malezas: CP801557 (7.17%), CP841198 (31.4%) y CP881508 (26.24%), siendo el promedio 21.6%; aspecto que a nivel general del Centro Experimental resultó ser mayor,cuantificándose en 70.52 TM/Ha/año de diferencia, que equivale al 50.6% adicional a lo obtenido en Piña.

RECOMENDACIONES

- Para la producción de semilla de Caña de Azúcar y obtener mayor rendimiento de toneladas métricas por hectárea,realizando menos controles de malezas, utilizar la densidad de siembra Tipo Pared.
- Evaluar esta densidad de siembra en cultivos comerciales cosechados a mano.
- Evaluar esta densidad de siembra en un estudio dirigido a la disminución de dependencia de herbicidas para evitar competencia, previo al cierre del cultivo de caña de azúcar.

BIBLIOGRAFÍA

PEREZ, HI; AGUILAR, IS; RODRIGO I; Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar.2013.

INGENIO LA CABAÑA, Reporte de resultados de Producción de Caña semilla, 2013-2015

EFICACIA HERBICIDA DE MERLIN TOTAL EN CAÑA PLANTA

HERBICIDE EFFICIENCY OF MERLIN TOTAL IN CANE PLANT

Morejón, E.; González, M. ; Chao, R.

RESUMEN

El objetivo de esta extensión fue evaluar la eficacia herbicida en condiciones de producción del producto Merlín Total en el control de malezas en la cepa caña planta. El trabajo se desarrolló en el bloque 431, campo 1, cepa primavera 2014, de la unidad productora de caña Viet Nam, perteneciente a la UEB Antonio Sánchez de la Empresa Azucarera Cienfuegos. Los resultados mostraron que el Merlín Total realizó un control de las malezas predominantes de forma total en las especies Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, a una dosis de 0,25 L ha^{-1} con más de 100 días de control. Se registró también un gran impacto económico al ser menor el costo por día limpio en este tratamiento en comparación con los otros evaluados, corroborándose además que los productos formulados en fábrica posibilitan mayor precisión en las dosis y menor riesgo de contaminación humana y ambiental que las mezclas en tanque.
PALABRAS CLAVE: Eficacia herbicida, Merlin total

ABSTRACT

The objective of this extension was to evaluate the herbicide efficacy under conditions of production of Merlin Total in weed control in the cane plant strain. The work was carried out in block 431, field 1, strain spring 2014, of the Viet Nam sugarcane production unit, belonging to the UEB Antonio Sánchez of the Cienfuegos Sugar Company. The results showed that Merlin Total control the predominantly weeds in the Monocotyledonous and Dicotyledon species at a dose of 0.25 L ha-1 with more than 100 days of control. There was also a great economic impact as the clean cost per day was lower in this treatment compared to the others evaluated, and it was also confirmed that the products formulated in the factory allow greater precision in the doses and less risk of human and environmental contamination than the mixtures In tank.
KEY WORDS: Efficacy herbicide, Merlin total

INTRODUCCION

Las malezas junto a la baja población de caña de azúcar son los problemas que más inciden en el rendimiento agrícola de nuestras plantaciones. Estudios realizados en Cuba por diversos investigadores plantean que por cada 15 días de competencia de las malezas, durante el periodo crítico se pierden 0,75 t ha^{-1} de caña. Las pérdidas en cosecha oscilan entre un 33% y 66%. Las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura de los países en desarrollo han sido estimadas en el orden de los 125 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas Rodríguez, (1). El control de las malezas en caña de azúcar en Cuba a partir de la década de 1970 se ha basado en el uso intensivo de herbicidas y labores de desyerbe mecanizado en un esquema de producción donde se establece la demolición y plantación (siembra), del 14 % del área cada año. Sin embargo la capacidad productiva de la caña planta, por lo general, ha sido limitada por la presencia de factores que han impedido brindarle adecuada atención cultural, particularmente en lo referido al control de malezas Álvarez, (2). Por lo anterior, surge la necesidad de investigar, evaluar e introducir a escala comercial nuevas moléculas de productos herbicidas residuales, que tengan la capacidad de controlar un amplio espectro de malezas, incrementando la producción y disminuyendo los costos del cultivo, además de permitir la rotación de productos con diferente modo de

acción para minimizar la resistencia de malezas a los herbicidas, un problema actual que amenaza la producción de alimentos en el mundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la U.B.P.C. Viet Nam, entidad de la U.E.B. Antonio Sánchez del municipio Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos. Se montó una extensión en condiciones de producción usando el diseño en franja con un testigo sin aplicar, un tratamiento utilizando la mezcla en tanque de los productos Merlin y Alion y el otro con Merlín Total, con suelo del tipo Ferralítico Rojo Típico, la variedad de caña utilizada fue la C85-102, el área se encontraba favorecida por sistema de riego por goteo de alta frecuencia. Para la selección de la localidad se tuvo en cuenta que tuvieran similares condiciones climáticas, manejo agronómico e incidencias de plagas y enfermedades. El montaje, conducción y evaluación de la extensión se realizó según la metodología del Departamento de Agronomía del INICA (1983).El momento de la aplicación fue inmediatamente después de la siembra, con una asperjadora UNIGREEN de 800 litros de capacidad, la boquilla utilizada fue abanico plano azul de 110 grados, con una solución final de 256 L ha^{-1}. Las malezas predominantes según la encuesta realizada fueron Rottboellia cochinchinensis, Panicum máximum, Mucuna pruriens e Ipomoea sp. Para la evaluación de la fitotoxicidad de los tratamientos herbicidas se utilizó la escala de EWERS.

Tabla 1 Tratamientos herbicidas utilizados

No	Tratamientos	Dosis (L o kg ha^{-1})
1	Testigo absoluto	Sin tratar
2	Merlin + Alion	0.150 kg + 0.075 L
3	Merlin Total	0.250 L

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron evaluaciones antes de aplicar, a los 15, 45, 60 y 90 días días después de aplicado (d.d.a.),
En el momento de aplicación no existía brote de malezas presentes. A los 15 d.d.a. en el tratamiento No. 1(testigo sin herbicidas) se observó brotes que cubrían de 2 a 3 % en el área, de Rottboellia cochinchinensis y Panicum máximum. Estas malezas fueron incrementando el porcentaje de cobertura con el transcurso del tiempo, alcanzando entre 60 y 70 % de cobertura a los 90 días posteriores al montaje de la extensión en el testigo sin tratar.

En el tratamiento 2 (Merlin + Alion) a partir de los 45 d.d.a. se observaron brotes aislados de Rottboellia cochinchinensis y Mucuna pruriens no cubriendo dichos brotes más del 2 % del área. A los 60 d.d.a. la cobertura de las malezas aumentó a un 8 % del área y a los 78 d.d.a. las malezas de hoja ancha cubrían un 10-12 % del área. No se observó en ninguna evaluación daño fitotóxico al cultivo. Se decidió realizar un manchoneo manual y un correctivo (manchoneo) con herbicida hormonal.

En el tratamiento. 3 (Merlin Total) en las evaluaciones realizadas hasta los 90 d.d.a. no se observó brote de malezas. A los 123 d.d.a. se observó brote de Mucuna pruriens en aproximadamente un 3 a 5 % del área por lo que se decidió realizar un manchoneo manual (limpia manual a los lugares donde existía el brote de la mencionada maleza). En ninguna de las evaluaciones se observó daño fitotóxico al cultivo.

En la tabla 2 como se puede ver el costo total y el costo/ha/día limpio fue mucho mayor para el testigo sin aplicar por estar mayor tiempo expuesto a la incidencia de las malezas ,provocando que las mismas compitieran con el cultivo por recursos tan valiosos para el como: Luz, agua y nutrientes.

Tabla 2. Análisis del Costo de las labores / ha (MN).

Tratamiento	Costo Total	Costo/ha/día limpio
1	1466.80	12.87
2	339.76	2.98
3	91.92	0.82

Como se muestra en la tabla 4 los precios actualizados de cada productos utilizados en el momento que se realizó el montaje de este trabajo, con las dosis por hectárea , el cual arrojo un costo total porcada hectárea superior para el tratamiento con la mezcla de Merlín combinado con Alion.

Tabla 3. Costo de los herbicidas por hectárea.

Tratamiento	Precio L o kg.	Dosis ha^{-1}	Costo Total/ha
Merlin + Alion	151.25 + 178.42	0.150 + 0.075	22.68 + 13.38= 36.06
Merlin Total	156.35	0.250	39.08

En la Tabla 4 se ve reflejado que en el Tratamiento 1 el costo por tonelada de caña producida fue superior a los demás tratamientos , influenciado por el tiempo de competencia de las malezas con el cultivo afectando su producción.

Tabla 4. Costo por Tonelada de Caña Producida. M/N.

Tratamiento No.	Costo Total	Costo/t caña
1	1466.80	8.10
2	339.76	1.88
3	91.92	0.51

CONCLUSIONES

El tratamiento (Merlín Total 0.250 L ha^{-1}) logró una eficacia herbicida residual superior a los 120 días.
En los tratamientos (Merlín 0.150 kg ha^{-1} + Alion 0.075 L ha^{-1}) y (Merlín Total 0.250 L ha^{-1}) el número de labores se reduce en un 50 %.
En el tratamiento (Merlín Total 0.250 L ha^{-1}) el costo total y el costo/ha/día limpio en moneda nacional fue menor que el tratamiento de (Merlín 0.150 kg/ha + Alion 0.075 L ha^{-1}).

REFERENCIAS

Álvarez, A. (2004). Las malas hierbas nos reducirán la Zafra 2003-2004 en 641225 toneladas de azúcar como mínimo 10.2 millones de dólares menos de ingresos netos en el valor de la caña. III Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Malezas. INICA-INISAV. Jardín Botánico Nacional Ciudad Habana Cuba. Abril 28-30 del 2004. Libro Memoria Volumen 2. p.138-141.*

Rodríguez Estrada L.; Gallego,R.,Díaz, J.C.,Zayas,E.,Alvarez,A.,Santana.Rodríguez, C., Fernández, C., Hernández, S., Chao, R., Cruz, M., Francisco, V.,Noy, M., Olivera, E., García, I., Díaz, J, J.2012.Programa de Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar y Manual de identificación de las principales malezas en los cañaverales de Cuba.

ESTUDIOS BÁSICOS DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP. HIBRIDO.)* EN DOS COMPLEJOS AGROINDUSTRIALES DE LA ZONA SUR DE LA PROVINCIA HOLGUÍN

BASIC STUDIES OF WEEDS IN THE CULTIVATION OF SUGARCANE (*SACCHARUM SPP. HYBRID*) IN TWO AGROINDUSTRIAL COMPLEXES IN THE SOUTHERN PART OF THE HOLGUÍN PROVINCE

Autores: Núñez, R.; López, V. ; Alvarez, A.; Rodríguez, H.
Universidad de Holguín
rnunez@uho.edu.cu, vlopez@uho.edu.cu, aalvarez@fca.uho.edu.cu, hubert@fca.uho.edu.cu

RESUMEN

El trabajo resume los resultados de un estudio básico de malezas realizado en 2 Complejos Agroindustriales de la zona sur en la provincia Holguín, para analizar su comportamiento en el cultivo de la caña de azúcar, determinar su composición y la estructura de la flora de malezas problemas en la agricultura cañera de este territorio, para la implementación de un programa integrado de manejo dentro de la estrategia agrícola de la recuperación cañera. Para lo cual se emplearon análisis estadísticos univariados y multivariados, las metodologías y criterios de investigaciones realizadas por Brown- Blanquet (1964), Clara Nidia Rodríguez (1988) y Sariol (1997), encontrando como especies más frecuentes en el cultivo *Echinochloa crussgalli*, *Ipomea liliacea*, *Chamaesyce hirta* y *Cynodon dactylon*, así como la relación entre las variables estudiadas en el cultivo con la cobertura total de malezas.
Palabras calves: malezas, caña de azúcar, manejo integrado.

ABSTRACT

The paper summarizes the results of a basic weed study carried out in 2 Agroindustrial Complexes of the southern zone in the Holguín province, to analyze their behavior in sugarcane cultivation, determine their composition and structure of weed flora problems In the sugarcane agriculture of this territory, for the implementation of an integrated management program within the agricultural strategy of sugarcane recovery. The methodologies and criteria used by Brown-Blanquet (1964), Clara Nidia Rodríguez (1988) and Sariol (1997) were used for univariate and multivariate statistical analyzes, finding the most frequent species in the crop Echinochloa crussgalli, Ipomea Liliacea, Chamaesyce hirta and Cynodon dactylon, as well as the relationship between the variables studied in the crop with total weed coverage.
Key words: weed, sugarcane, integrated management

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes en Cuba, sus rendimientos se ven afectados por varios factores entre ellos las malezas que se encuentran distribuidas en cada una de sus áreas, la aplicación de herbicidas es una de las formas de control de las mismas, sin embargo en muchos casos no se conocen las plantas que predominan ni la frecuencia de aparición, por lo que se hace importante hacer un estudio de estas malezas para conocer cuales son las de mayor incidencias, en que porciento aparecen cada una de las especies y la influencia del estado fenológico del cultivo como forma de control, conociendo los elementos anteriores se pueden trazar estrategias para hacer un uso mas eficiente de estos productos, así como un manejo integrado de malezas que disminuya el impacto de tecnologías convencionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se desarrollaron durante el período marzo - abril - mayo de los años 2014- 15 en el cultivo de la caña de azúcar, en los Complejos Agroindustriales (CAI) Cristino Naranjo y Urbano Noris de la zona sur de la provincia de Holguín.

Descripción de la investigación.
La realización de este estudio estuvo fundamentado en el levantamiento bioecológico de la cenosis de las plantaciones cañeras seleccionadas, en cada uno de los 2 Complejos Agroindustriales descritos anteriormente, utilizándose el método de Brown Blanquet, (1964), Clara Nidia Rodríguez, (1988) y Sariol, (1997) para cada una de las variables en estudio.

Metodología utilizada en la investigación:
Se realizó un análisis de correlación múltiple, entre las variables estudiadas para profundizar en la importancia relativa que cada una de ellas tuvo en los estudios desarrollados.
En cada uno de los 2 Complejos Agroindustriales, se seleccionaron para el desarrollo de las investigaciones 3 UBPC (6 total), muestreándose 10 campos por cada una (60 total), los campos seleccionados para el desarrollo de las investigaciones de dividieron en 8 cuadriculas imaginariamente y en cada una se tomaron 2 muestras para un total de 16 muestreos por campo.
Los puntos de muestreos se seleccionaron al azar dentro de cada cuadricula, desarrollándose la descripción de las diferentes variables a evaluar en las malezas, (Brown Blanquet, 1964).

a) Diversidad: se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos.
    - Número de especies por metro cuadrado, Clasificación taxonómica de especies y familias, Número de especímenes por especies por metro cuadrado.
b) Estado fenológico de cada uno de los especímenes:
    - Germinación, Crecimiento, Desarrollo, Floración, Semillamiento

Frecuencia relativa de las especies:

Las especies se clasificaron según el criterio de frecuencia relativa para las plantas arvenses, (Sariol, 1997).

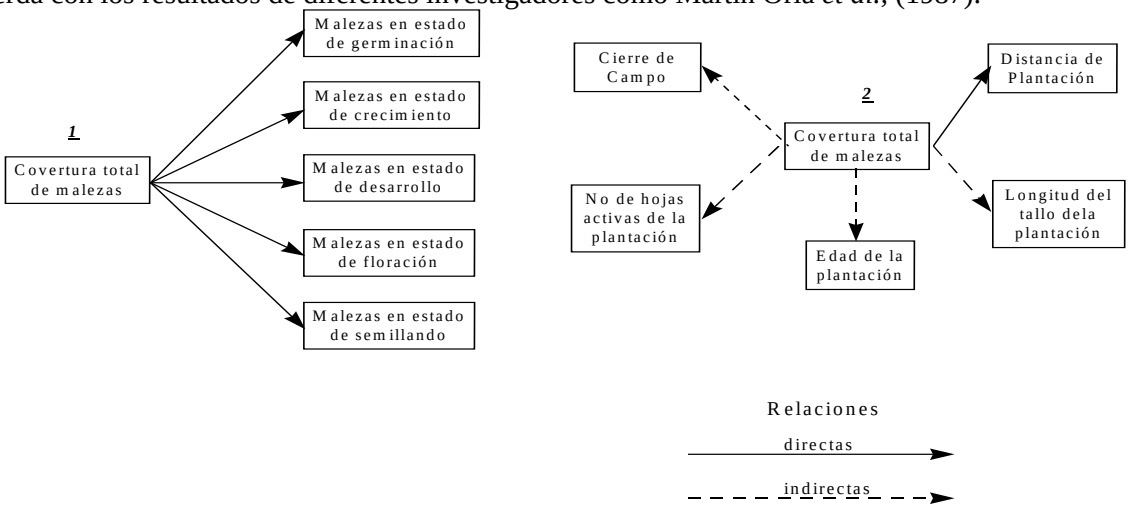
- Accidentales: hasta un 25 % de aparición en los campos muestreados.
- Poco frecuente: entre el 25- 49 % de aparición en los campos muestreados.
- Medianamente frecuente: entre el 50- 74 % de aparición en los campos muestreados.
- Muy frecuentes: más del 75 % de los campos muestreados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos matemáticos utilizados en el procesamiento de la información experimental nos permitieron presentar y discutir los siguientes resultados:

Principales relaciones encontradas entre las variables estudiadas
En los resultados de la matriz de correlación múltiple, la cobertura total es una variable dependiente del número de malezas encontradas en los diferentes estadios de desarrollo en cada localidad muestreada, y por tanto ella expresa por si sola el grado de plantas malezas presentes en los campos cañeros en el momento de muestreo.
Otras correlaciones importantes se detectaron entre la cobertura total de malezas con la edad de las plantaciones, el cierre de campo de las plantaciones, número de hojas activas por planta, y longitud de los tallos por plantación. Todas estas correlaciones son de tipo indirecto (sentido negativo), lo que significa que cuando las plantaciones crecen y se desarrollan siempre que las condiciones edafoclimáticas sean favorables, disminuye la posibilidad de incidencia de las malezas y viceversa, también se aprecia otra correlación de forma directa con la distancia de plantación, lo que sugiere la idea de que en la medida que esta aumenta

existe mayor probabilidad de incidencia de las malezas en las plantaciones cañeras (Esquema 1). Esto concuerda con los resultados de diferentes investigadores como Martín Oria *et al.*, (1987).



Esquema 1. Principales relaciones entre variables.

Censo de malezas en 2 Complejos Agroindustriales de la provincia Holguín

En los 2 Complejos Agroindustriales donde se desarrolló el estudio encontramos 33 especies pertenecientes a diferentes familias y géneros de ellas 15 pertenecen a la familia de las *Poaceae*, 1 *Cyperaceae*, 1 *Amaranthaceae*, 2 *Malvaceae*, 2 *Convulvulaceae*, 1 *Verbenaceae*, 4 *Asteraceae*, 1 *Sterculaceae*, *1 Leguminosae*, 2 *Euphorbiaceae*, 1 *Cucurbitaceae* y 2 *Fabaceae*.

TablaIII. Clasificación de las especies por su frecuencia de aparición. (Sariol, 1997), Complejo Agroindustrial "Cristino Naranjo"

Nombre de las especies	Frecuencia relativa (%)	Clasificación
Chamaesyce hirta (L.)	73	medianamente frecuente
Echinochloa crusgalli (L.)	70	
Ipomez liliacea (Willd.)	40	
Amaranthus dubius Mart.	37	poco frecuente
Parheniun hysterophorus (L.)	34	
Cynodon dactylon (L.)	27	
Emilia Sonchifolia (L.)	18	
Melochia pyramidata (L.)	15	accidentales
Bothiochloa pertusa (L.)	15	

Se destacan como medianamente frecuentes *Chamaesyce hirta* (L.) y *Echinochloa crussgalli* (L.), poco frecuentes *Ipomea liliacea (Willd, Amaranthus dubius Mart, Partheniun hysterophorus* (L), y *Cynodon dactylon* (L.) y accidentales *Emilia sonchifolia* (L.), *Melochia pyramidata* (L.), y *Bothiochloa pertusa* (L.).

Complejo Agroindustrial "Urbano Noris"

Nombre de las especies	Frecuencia relativa (%)	Clasificación
Echinochloa crussgalli (L.)	70	medianamente frecuente
Ipomea liliacea (Willd.)	61	
Chamaesyce hirta (L.)	59	
Cynodon dactylon (L.)	56	
Cenchrus echinatus (L.)	27	poco frecuente
Partheniun hysterophorus	25	

Cyperus rotundus (L.)	22	accidentales
Echinochloa colona (L.)	19	
Eleusine indica (L.)	17	
Andropogonannulatus Forsk.	16	

Se observa que predominan como arvenses medianamente frecuentes *Echinocloa grusgalli* (L.), *Chamaesyce hirta* (L.), *Ipomea liliacea (Willd.)* y *Cynodon dactylon* (L.), poco frecuentes aparecen *Cenchrus echinatus* (L.) y *Partheniun hysterophorus* y accidentales *Cyperus rotundus* (L.), *Echinochloa colona* (L), *Eleusine indica* (L.) y *Andropogon annulatus Forsk.*

Tabla IV. Familias, géneros y especies presentes en los Complejos Agroindustriales estudiados.

CAI	Familias	Géneros	Especies	*Liliatae*s	*Magnoliatae*s
Urbano Noris	10	18	19	7	10
C. Naranjo	7	16	18	13	14

En la Tabla IV se resume la distribución de las malezas atendiendo a su clasificación botánica, en ambos Complejos Agroindustriales. Al analizar el CAI "Urbano Noris" se destacaron 10 familias, 18 Géneros y 19 Especies de ellas 7 *Liliatae*s *y 10 Magnoliatae*s, seguido del Complejo Agroindustrial "Cristino Naranjo" presenta un total de 7 familias, 16 géneros y 18 especies, de ellas 13 *Liliatae*s y 14 *Magnoliatae*s, esto nos demuestra una vez más la gran diversidad de malezas existentes en los campos cañeros de la provincia Holguín.

En investigaciones realizadas por Acuña, (1974) se afirma que la flora cubana es muy diversificada pues cuenta con 7000 especies entre las cuales se hallan 1 281 especies de monocotiledóneas y aproximadamente 4 300 especies de dicoltiledóneas, donde afortunadamente el 5 % afecta al productor y le merma la calidad o el rendimiento de sus cosechas. Esta diversidad de las arvenses en la flora de Cuba, nos reafirma que es indispensable antes de tomar cualquier medida para el control, realizar estudios de las diferentes áreas, para conocer su diversidad, y basados en estos estudios orientar las medidas correctas para un eficiente y eficaz manejo.

CONCLUSIONES

La cobertura total de malezas, se relaciona de forma directa con el cierre del campo y longitud de los tallos e indirectamente con la distancia de plantación y número de hojas

Las arvenses más frecuentes en el cultivo en ambos CAI fueron (Urbano Noris) *Echinocloa cruss-galli, Ipomea liliacea, Chamaesyce hirta y Cynodón dactylón*, (Cristino Naranjo) *Chamaesyce hirta, y Echinochloa cruss-galli*.

.

BIBLIOGRAFIA

Brown - Blanquet. Pflanzensoziologia, Grundzuqe der Vegetation Kunde. Wien, New York. 631 pp. 1964.

Rodríguez, Clara N., *et al*., Distribución de planta indeseables en plantaciones cañeras de la provincia de Matanzas en época de lluvia. Boletín INICA. 1987.

Sariol, B. J. Control de las malas hierbas en los diferentes cultivos. Conferencia de post-grado. 1988. Universidad de Granma.

Martín, Oria, R., *et al*., La Caña de Azúcar en Cuba. Edit. científica Técnica. La Habana. 1987.

Acuña Galez, J. Plantas Indeseables en los Cultivos Cubanos. A. C. C. Instituto de Investigaciones Tropicales. La Habana. 188 pp. 1974.

Tansley, A. G. Practical plant Ecology. Dodd Mead.New York. 1923.

EFECTIVIDAD PRE – POST EMERGENTE DE VARIOS HERBICIDAS EN CAÑA DE AZÚCAR

EFFECTIVENESS ERP – POST EMERGING OF SEVERAL HERBICIDES IN SUGAR CANE

Olivera, E.[1]*, Hernández, O[2]*, de Armas, W[3*], Mesa, J.[4]
1. Esp. CIM Emp. Azucarera Ciego de Ávila,
2. Esp. SERCIM EPICA[2], Esp.
3. CIM UEB Ecuador[3] y
4. Jefe de Producción UBPC Cmte Guevara[4].
* eddy.olivera@eaca.azcuba.cu

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar la eficacia residual de varios herbicidas aplicados en post-preemergencia temprana de las malezas. El experimento se montó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria 8 de marzo, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base 1º. sobre un suelo Fersialítico pardo rojizo típico.. Se evaluó la tolerancia del cultivo mediante la escala EWRS y se realizaron 8 evaluaciones, a los 7, 15, 30, 45, 60, 90, 120 y 150 días después de aplicado (DDA). En las evaluaciones realizadas a los 30 y 45 DDA los tratamientos con Alion Pro a las dósis de 1.75 y 2.0 L ha^{-1} y el de Merlin total + Ametrina superan de forma significativa a los estándar y al tratamiento de Alion Pro con dósis de 1.5 L ha^{-1}. A 60 DDA se observa como los estándar pierden su efecto residual.. A los 90, 120 y 150 DDA, los tratamientos de Alion Pro a 1.75 y 2.0 L ha^{-1} superaron significativamente al resto. Se observó afectación en el crecimiento y ahijamiento del testigo, no se observó afectación en el cultivo por fitotoxicidad del cultivo.
PALABRAS CLAVE: Tratamiento, herbicida, residual.

ABSTRACT

The objective of the present work is determining the residual early efficacy of several herbicides applied in of the undergrowths as well as the tolerance of the cultivation of the sugar cane to the same. The experiment mounted on the Agricultural Worker's Cooperative March 8 belonging to the Entrepreneurial Unit of Base 1o. January, on a red-brown typical fersiallitic soil. The scale evaluated the tolerance of the intervening cultivation itself EWRS and came true 8 evaluations, the first upon the application and the 7 remaining at 15 30, 45, 60, 90, 120 and 150 days after applied. In the evaluations accomplished to the 30 and 45 DDA one observes like the Treatments with Alion Pro to the dósis of 1,75 and 2,0 L/ha and of Merlin total + Ametrina begin to surpass from significant way the standard as well as to Alion Pro Treatment with dósis of 1,5 L/ha. At 90, 120 and 150 DDA, Alion Pro Treatments to 1,75 and 2,0 L/ha they proved meaningfully better than the rest of Treatments. Affectation of manner in the growth and the Witness's adoption were observed (without application). Just the same during the development of the experiment affectation of manner in the cultivation for phytotoxicity of cultivation was not observed.
KEY WORDS: Treatment, herbicide, residual.

INTRODUCCIÓN

En los primeros 120 días del ciclo vegetativo del cultivo de la caña de azúcar el crecimiento y desarrollo del mismo es lento y en muchas ocasiones no llega a cerrar el campo, ocurriendo las mayores pérdidas en este período por la competencia de las arvenses, Álvarez, (2004).
En el proceso de producción de la Caña de Azúcar inciden varios factores cuyo comportamiento es necesario monitorear, pues cuando ocurren fuera de los límites de tolerancia del cultivo, provocan afectaciones en su crecimiento y desarrollo que inducen, a su vez, a la disminución del rendimiento y a pérdidas económicas.

Entre estos factores, las arvenses constituyen uno de los principales que afectan la producción, debido a que tienen una contribución considerable en las pérdidas tanto agrícolas como industriales que se producen en el proceso productivo (Chinea et al, 2009).

Las malezas compiten con la Caña de Azúcar por el agua, la luz y los nutrientes minerales. A través de investigaciones, Hernández y Díaz (1999), se ha determinado que los períodos más críticos de competencia, donde ocurren los mayores daños y pérdidas, es en las edades más tempranas del cultivo (primeros cuatro meses desde la plantación o cosecha). Estas pérdidas pueden ascender hasta 1 t/ha de azúcar por cada 15 días de competencia, Morales et al (1996), Díaz (2005).

Para contrarrestar el efecto negativo que provocan las arvenses sobre la Caña de Azúcar durante el período crítico de competencia se hace imprescindible la utilización de herbicidas residuales, Díaz y Labrada (1999).

Objetivo: Determinar la eficacia residual de varios herbicidas aplicados en post-preemergencia temprana de las malezas así como la tolerancia del cultivo de la caña de azúcar al mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se montó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria 8 de Marzo, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Primero de Enero de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila. La cepa utilizada fué un Frío/2016, variedad Cp5243, riego por enrolladores, sobre un suelo Fersialítico pardo rojizo típico según Hernández et al., (1999). El área se plantó el 24 de agosto del 2016 y el montaje de los tratamientos (Tabla 1) se realizó el 31 de agosto del 2016 (7 DDP). Se evaluó la tolerancia del cultivo mediante la escala EWRS Johannes y Schuh (1971) y se realizaron 8 evaluaciones, la primera en el momento de la aplicación y las 7 restantes a los 15, 30, 45, 60, 90, 120 y 150 días después de aplicado (Tabla 3). El experimento ocupó un área total de 0.65 ha, el diseño utilizado fué en franjas alternas con cuatro réplicas y parcelas de 0.027 ha (0.108 ha por Tratamiento). Como medio de aplicación se utilizó la mochila Matabi con boquilla Flood yet azul con una solución final de 180 L ha^{-1}. Todos los tratamientos se montaron el mismo día y en las primeras horas de la mañana. En el momento de la aplicación existían malezas presentes (Tabla 2), la humedad del suelo era moderada. A los 46 DDA se realizó una aplicación de herbicida al Testigo (Asulam 4.0 L/ha + Envoke 0.04 Kg/ ha^{-1}) para contrarrestar el intenso enyerbamiento existente en esta área. Después de transcurridos 120 DDA se realizó una aplicación de hormonal (Matabú 0.7 L/ha) a todo el experimento y a los 130 DDA se realizó un cultivo a toda el área con guía de agua.

Tabla I. Tratamientos utilizados.

No.	Tratamientos	Dósis (L ó Kg/ha^{-1})
1	Alion Pro SC 51.75	1.5
2	Alion Pro SC 51.75	1.75
3	Alion Pro SC 51.75	2.0
4	Amigán	6.0
5	Hexarón	3.0
6	Dual Gold + Ametrina	1.5 + 1.5
7	Merlin total SC 60 + Ametrina PH 80	0.25 + 1.5
8	Testigo (Sin aplicación)	-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación realizada en el momento del montaje del experimento (Tabla 2 y 3) se observó la presencia de *Sorghum halepense* (Don Carlos), *Ipomea trífida* (Bejuco aguinaldo), *Mucuna pruriens (*Pica Pica), *Rhynchosia minima* (Bejuco culebra), *Chamaesyce hyssopifolia (*Lechera), *Rottboellia cochinchinensis (*Zancaraña) y *Euphorbia heterophylla* (Lechosa) en todos los tratamientos por igual, sin diferencias significativas entre ellos y sin superar el 2% de cobertura.

Tabla II: Arvenses presentes en el momento del montaje del experimento.

Nombre científico	Nombre común
Sorghum halepense (L.) Pers.	Don Carlos
Ipomea trífida (Kunth)	Bejuco aguinaldo
Mucuna pruriens (L.) DC.	Pica Pica
Chamaesyce hyssopifolia (L.) Small.	Lechera
Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton.	Zancaraña
Rhynchosia mínima (L.) DC.	Bejuco culebra
Euphorbia heterophylla L.	Lechosa

A los 15 DDA no hubo diferencias significativas entre los Tratamientos con Alion Pro y los estándar en el por ciento de cobertura y todos superaron al Testigo absoluto.

En las evaluaciones realizadas a los 30 y 45 DDA se observa como los Tratamientos con Alion Pro a las dósis de 1.75 y 2.0 L/ ha^{-1}, y el de Merlin total + Ametrina comienzan a superar de forma significativa a los estándar así como al Tratamiento de Alion Pro con dósis de 1.5 L/ ha^{-1}. A partir de los 60 DDA se observa como los estándar han perdido su efecto residual debido a la presencia de *Dichanthium annulatum (*Camagüeyana), *Rottboellia cochinchinensis (Zancaraña), Sorghum halepense (*Don Carlos*), Eleusine indica (*Pata de gallina*), Chamaesyce hyssopifolia (*Lechera), *Euphorbia heterophylla (Lechosa), Ipomea trífida (*Bejuco aguinaldo) y *Rhynchosia mínima (*Bejuco culebra), éstas dos últimas con mayor cobertura que las anteriores. En esta fecha, los Tratamientos de Alion Pro a dósis de 1.75 y 2.0 L/ ha^{-1} y el de Merlin total + Ametrina presentan una cobertura por debajo del 5% y las malezas presentes son las mismas del inicio, no han brotado otras nuevas.

Tabla III: Porcentaje de la cobertura total de arvenses

Trat.	0 DDA	15 DDA	30 DDA	45 DDA	60 DDA	90 DDA	120 DDA	150 DDA
1	1.4 ns	2.2 a	3.2 abc	4.5 ab	6.7 a	10.1 b	15.2 b	3.4 b
2	1.3 ns	1.8 a	2.3 a	3.6 a	4.1 a	7.3 a	11.8 a	2.5 a
3	0.6 ns	1.0 a	1.5 a	2.7 a	3.5 a	6.8 a	10.9 a	2.1 a
4	1.5 ns	2.7 a	5.1 c	7.9 c	10.6 b	16.4 c	28.7 c	24.3 c
5	1.2 ns	1.6 a	4.8 bc	6.4 bc	8.8 b	14.8 c	31.1 c	26.8 c
6	1.4 ns	2.2 a	4.9 bc	7.3 bc	9.5 b	15.5 c	30.4 c	25.6 c
7	1.3 ns	1.9 a	2.4 a	3.7 a	4.6 a	9.6 b	14.5 b	3.6 b
8	1.7 ns	8.4 b	18.3 d	39.5 d	47.7 c	68,7 d	89,5 d	38.9 d

A los 90, 120 y 150 DDA, los Tratamientos de Alion Pro a 1.75 y 2.0 L/ ha^{-1} superaron de forma significativa al resto de los Tratamientos, no hubo diferencias significativas entre Alion Pro a 1.5 L/ha y Merlin total + Ametrina y ambos fueron significativamente superior a los estándar.

A los 150 DDA los por cientos de cobertura son inferiores a la evaluación anterior porque a en ese intervalo se realizó una aplicación de hormonal (Matabú 0.7 L/ ha^{-1}) a todo el experimento y a los 130 DDA se realizó un cultivo de acondicionamiento a toda el área.

A partir de los 15 DDA y hasta los 150 DDA todos los Tratamientos superaron de forma significativa al Testigo (sin aplicación) observándose la afectación en su crecimiento y ahijamiento. De igual forma durante el desarrollo del experimento no se observó afectación en el cultivo por fitotoxicidad del cultivo (Tabla 4).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en un experimento similar realizado el año anterior en la Unidad Básica de Producción Agropecuaria Cmte Guevara, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Ecuador pero sobre un suelo Ferralitizado cálcico.

Tabla IV. Resultados de evaluaciones de fitotoxicidad.

Tratamientos	*Grados de fitotoxicidad*			
	15 DDA	**30 DDA**	**45 DDA**	**60 DDA**
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1

Grado fito caña*: grado de fitotoxicidad en la caña (cultivar Cp 5243).

CONCLUSIONES

1. Los costos por ha, por días limpios son similares.
2. Los productos: Hexazinona, Amigan, Alion Pro y Dual Gold, necesitan humedad al momento de aplicarse y en estas condiciones su efectividad puede superar los 60 días.
3. Los productos: Dual Gold y Merlin Total, al carecer de acción foliar, necesitan un acompañante, en presencia de humedad, donde las malezas pueden estar en proceso de germinación o ya en los primeros estadios de germinada.
4. Las áreas no aplicadas, el desarrollo de las malezas fue tal, que aunque se limpio a los 60 días, se vio afectación visual del crecimiento de la caña.

RECOMENDACIONES

1. Toda área sembrada, ya sea primavera o frio, debe ser protegida con residuales, teniendo en cuenta los que necesiten humedad en el momento de aplicación y los que lleven un acompañante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez. A. (2004): Las malas hierbas reducen la zafra 2002 en 1,4 millones de toneladas de azúcar: 54 millones de dólares menos netos. II Encuentro Nacional de Malezología. La Habana, pp. 56-58.
2. Chinea Martín, A. (2009): Las enfermedades de la Caña de Azúcar en Cuba durante las últimas cinco décadas. Jornada Científica por el 40 aniversario del INICA. Sección Biológica. Publinica. Cuba. p.79.
3. Díaz, J.C. y R. Labrada (1999). Manejo integrado de malezas en caña de azúcar. Curso de control integral de malezas en caña de azúcar. INICA, Volumen 4: 1-10.
4. Díaz, J.C. (2005): Informe final del proyecto de investigación y desarrollo 00101167: Modelación, Perfeccionamiento y Generalización del Sistema Automatizado para el Control Integral de Malezas en Caña de Azúcar PC Malezas. CITMA.
5. Hernández, D. y J.C. Díaz (1999): Población de caña y competencia de malezas: efectos sobre el rendimiento agrícola y el contenido de azúcar. Rev. ATAC, 60 (2):11-15.
6. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR.
7. Johannes, H. y J. Schuh (1971): Das bonitierungs schema 1-9. European Weed Research Council. (EWRS), Begbroke Hill, Kid
8. Morales, M., H. Muñiz, C.N. Rodríguez y J.C. Díaz (1996). Efecto de las malas hiervas en el desarrollo de la caña de azúcar sobre suelos Oscuros Plásticos. Bol. INICA, 2:11 23.

EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS SOBRE LA GERMINACION DE AQUENIOS DE *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze

EFFECT OF THE EXPOSURE TO HIGH TEMPERATURES ON THE GERMINATION OF *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze

Páez, V[1]*, Sobrero, M.T[2]*, Pece, M.G[3]*, Chaila, S[4]*, Pereyra, P.B [2]

[1]Fundación Miguel Lillo. Ministerio de Educación y Deportes. Miguel Lillo 251. 4000- San Miguel de Tucumán (Argentina).
[2] Fac. Agronomía y Agroindustrias. Univ. Nac. de Santiago del Estero. Argentina. Avda. Belgrano 1912. 4200 Santiago del Estero (Argentina)
[3] Fac. de Ciencias Forestales. Univ. Nac. de Santiago del Estero. Argentina. Avda. Belgrano 1912. 4200 Santiago del Estero (Argentina).
[4] Fac. de Agronomía y Zootecnia. Univ. Nac. de Tucumán. Avda. Roca 4000-San Miguel de Tucumán (Argentina).
* e-mail: paezvaleria@hotmail.com

RESUMEN

El ensayo fue conducido para determinar el efecto de temperaturas elevadas sobre la germinación de frutos de *F. bidentis*. Los aquenios fueron expuestos a calor seco durante 5 y 10 minutos a temperaturas de 0ºC, 80°C, 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C y 200ºC respectivamente. Se registró germinación cuando los frutos estuvieron expuestos durante 5 y 10 minutos a temperaturas de 180 y 140ºC respectivamente. No hubo variaciones en la germinación cuando los frutos fueron expuestos durante 5 minutos a las temperaturas de 0 hasta 120ºC; en 10 minutos la germinación se redujo significativamente a partir de los 120ºC. La longitud de la radícula disminuyó con el incremento de la temperatura, siendo mayor para las semillas expuestas durante 10 minutos. Se concluye que la exposición de los frutos de *F. bidentis* a altas temperaturas constituye una herramienta útil de manejo, ya que afecta tanto la germinación de sus semillas como el crecimiento de la radícula.
PALABRAS CLAVE: maleza, germinación, crecimiento radícula, tolerancia al calor

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the effect of high temperatures on the fruit germination of F. bidentis. The achenes were exposed to 0ºC, 80°C, 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C y 200ºC, during 5 and 10 minutes, respectively. Germination was recorded when fruits were exposed during 5 and10 minutes at temperatures of 180 and 140° C respectively. There were no changes in germination when fruits were exposed for 5 minutes at temperatures of 0 to 120 ° C; Germination significantly reduced from 120 °C in 10 minutes. The length of the radicle decreased with increasing temperature, being higher for seeds exposed to 10 minutes. It is concluded that the exposure of fruits of F. bidentis to high temperatures is a useful management tool because it affects both seed germination and growth of the radicle.
KEY WORDS: weed, germination, growth, high temperature tolerance

INTRODUCCIÓN

Flaveria bidentis (Asteraceae) comúnmente denominada Balda, es una maleza anual, nativa de América tropical, que crece hasta los 120 cm de altura o más. Se distribuye en Argentina entre los 0-3000 msnm, en las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La

Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, Santiago del Estero Santa Fé, San Juan, San Luis y Tucumán (Bártoli *et al*., 2008; Novara y Petenatii, 2000; Anton y Zuloaga, 2014). Invade cultivos estivales de importancia como son maíz, alfalfa, tabaco, algodón y caña de azúcar. Produce aquenios no dormantes y su peligrosidad se ve influenciada por la abundante cantidad de propágulos que produce (Novara y Petenetti, 2000; Parra *et al*., 2006, 2007). La germinación es un proceso regulado por factores intrínsecos como cubierta seminal impermeable, inhibidores, la existencia de embriones inmaduros y por factores extrínsecos tales como temperatura, luz, humedad, pH, salinidad del suelo (Chachalis y Ready, 2000; Chauhan y Johnson, 2008). En numerosos cultivos es frecuente la práctica de quema para el control de malezas. La exposición de semillas al calor puede estimular o inhibir la germinación, pero la respuesta depende principalmente de la temperatura, el tiempo de exposición y la fuente del calor (Scott *et al*, 2016). Numerosos trabajos han demostrado que la aplicación de choques térmicos entre los 50 ºC y 150 ºC, a intervalos de 5 y 10 minutos, estimulan, reducen o impiden la germinación de las semillas según las especies (Martinal y Fuentes, 2016), esto ocurre principalmente en especies de semillas pequeñas almacenadas en el banco de semillas (Odion y Davis, 2000). Las altas temperaturas favorecen la eliminación de ciertas malezas, al afectar su germinación (Vidotto *et al*., 2013). No obstante, no se han registrado antecedentes de dichos efectos en la germinación de *F. bidentis*, por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar en laboratorio el efecto sobre la germinación y el crecimiento de la radícula de los frutos de *F. bidentis* cuando son expuestos a altas temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de la Cátedra de Matología de la Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, ubicado en la localidad de El Zanjón, departamento Capital de la ciudad de Santiago del Estero (Argentina). En mayo de 2016, semillas maduras de *F. bidentis* fueron cosechadas en campo experimental de El Zanjón (S 27º5223.63" O 64º14`28.34") (Dpto. Capital). En laboratorio se separaron las semillas de los restos florales mediante fricción. Estas fueron conservadas en laboratorio en bolsas de papel hasta el inicio de los ensayos.

Los aquenios de *F. bidentis* fueron expuestos durante 5 y 10 minutos a temperaturas de 0ºC, 80°C, 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C y 200ºC respectivamente. Se colocaron 50 semillas en cajas de Petri que contenían papel de filtro pre-humedecideo con agua destilada. Las cajas se envolvieron en papel film, manteniéndose la humedad mediante el agregado de agua destilada. La incubación se efectuó en cámara de germinación a 35ºC y con un fotoperiodo de 12 horas de luz. La germinación se registró diariamente durante 14 días después del inicio del experimento, siendo el criterio de germinación el inicio visible del crecimiento de la radícula. Al finalizar el ensayo se midió longitud de radícula. El experimento fue diseñado como un factorial (2 x 8), en un diseño completamente aleatorizado.

Al finalizar el ensayo se calculó porcentaje de germinación de semillas como la proporción total de semillas germinadas sobre el número total incubado. El procesamiento de los datos se efectuó mediante el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al*., 2014). El modelo considerado incluye cada uno de los factores y su interacción. Se probaron los supuestos del ANOVA con Shapiro Wilks y Levene y se utilizó la prueba de Tukey para establecer diferencias entre las medias. Como no se cumplieron los supuestos los datos se transformaron a arc sen $\sqrt{p}$ los porcentajes de germinación y para longitud de radícula a Ln.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos para la exposición de aquenios durante 5 y 10 minutos en las diferentes temperaturas ensayadas.

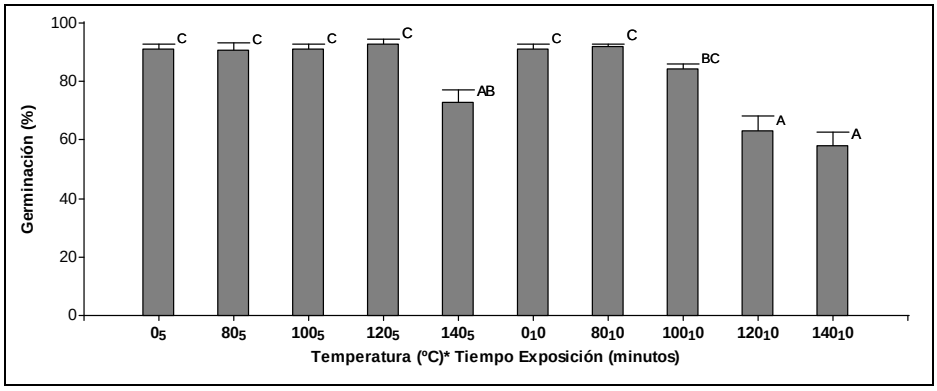


Fig. 1. Germinación de aquenios de *F. bidentis* expuestos durante 5 y 10 minutos a temperaturas de 0 hasta 140ºC (*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*).

En la exposición durante 5 minutos se conforman dos grupos correspondiendo el menor porcentaje de germinación a 140ºC, las temperaturas 80 a 120ºC no difieren entre sí ni con el testigo. Para 10 minutos de exposición se conformaron tres grupos, el mayor porcentaje se obtuvo para testigo y 80ºC diferenciándose de 100ºC y estos a su vez de 120 y 140ºC con los que se obtuvieron los menores porcentajes de germinación (63 y 58% respectivamente). Los aquenios expuestos a 200ºC durante 5 y 10 minutos no germinaron, tampoco lo hicieron aquellos expuestos durante 10 minutos a temperaturas superiores a 140ºC. Los porcentajes de germinación registrados a 160 y 180ºC expuestos durante 5 minutos fueron de 56 y 32% respectivamente (datos no mostrados ya que para el análisis fueron consideradas las temperaturas en las que se registró germinación para los dos tiempos de exposición).

Con respecto al crecimiento de la radícula, se registró que la longitud de las mismas se reduce con el incremento de la temperatura, siendo mayor esa reducción para las semillas expuestas durante 10 minutos (1,12 cm para testigo a 0,34 cm para 140ºC). En 5 minutos de exposición el crecimiento radical es similar entre los tratamientos 80 a 120ºC (0,81 a 0,71 cm respectivamente) diferenciándose del testigo (1,08 cm) (Figura 2). Para los frutos expuestos durante 5 minutos a 160 y 180ºC el crecimiento de la radícula fue de 0,48 y 0,37 cm respectivamente (datos no mostrados). En los dos tiempos de exposición existen diferencias entre el testigo y los tratamientos.

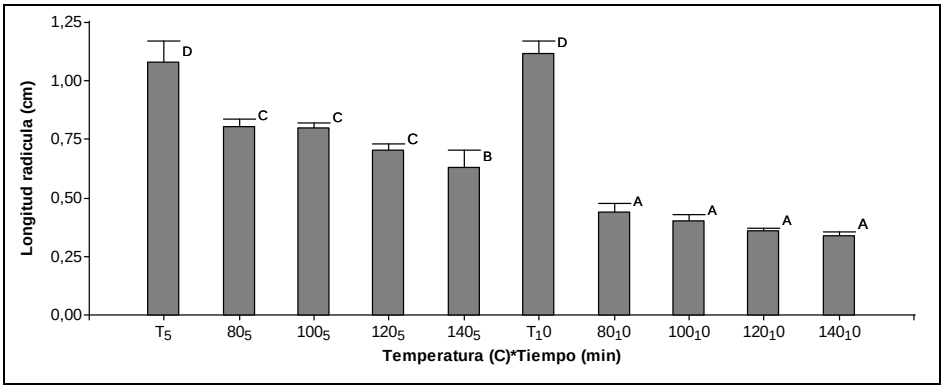


Fig. 2. Crecimiento de radícula de *F. bidentis* expuestos durante 5 y 10 minutos a temperaturas de 0 hasta 140ºC (*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*).

En el manejo de ciertas especies de malezas, las altas temperaturas resultan positivas, pues tienen un efecto físico de secado caliente en la cubierta seminal, ocasionando la muerte en algunos casos (Overbeck *et* al., 2006; Radosevich *et al.,* 2007). En el caso de la maleza en estudio, se observó que la exposición a altas temperaturas constituye una herramienta útil de control, ya que afecta tanto la germinación de sus semillas como el crecimiento radical. En ambas variables, los valores registrados siempre fueron mayores para semillas expuestas durante 5 minutos.

CONCLUSIONES

Se concluye que la exposición de los frutos de *F. bidentis* a altas temperaturas constituye una herramienta útil de manejo, ya que afecta tanto la germinación de sus semillas como el crecimiento de la radícula.

REFERENCIAS

1. Bártoli, A.; Baeza, C.M.; Bayón, N. D.; Bonifacino, J. M.; Delucchi, G., Dematteis, M.; Freire, S. E.; Giuliano, D.; Gutiérrez, D.; Iharlegui, L.; Katinas, L.; Sáenz, A. A.; Sancho, G.; Soria, N.; Stessy, T. F.; Tortosa, R. D.; Tremetsberger, K. y Uturbey, E. En Catalogo de Plantas Vasculares del Cono Sur II. Zuloaga, F. O.; Morrone, O. & Belgrano, M. J. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 2008.
2. Novara, L.J. y Petenatti, E. M. Asteraceae Bercht. & J.Presl (Compositae Giseke) Tribu Helenieae Benth. & Hook. Aportes Botánicos de Salta. Serie Flora. 2000. 6 (8).
3. Anton, A. M. y Zuloaga, F. O. Flora Argentina. www.floraargentina.edu.ar. 2014.
4. Parra, M. V.; Sobrero, M. T. y Chaila, S. Efecto del potencial osmótico sobe la germinación de *Flaveria bidentis.* XXV Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas. Brasilia. 2006.
5. Parra, M. V., Raña, E.; Sobrero, M. T.; Chaila, S. Influence of temperatures on the germination of *Flaveria bidentis* (L.) O. Kuntze at different levels of water stress. Biocell 2007. 31(2): 306.
6. Chachalis, D. y Reddy, K.N. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and sedling emergence. Weed Sci. 2000. 48:212-216.
7. Chauhan, B. S. y Johnson D.E. Influence of environmental factos on seed germination and seedling emergence of Eclipta (*Eclipta prostrata*) in a Tropical environment. Weed Sci. 2008. 56: 383-388.
8. Scott N. y Boyd N.T. Effect of dry heat, direct flame, and straw burning on seed germination of weed species found in lowbush blueberry fields. Weed. Technol 2016. 30:263-270.
9. Martinal J.E. y Fuentes E. Efecto de las altas temperaturas en la germinación de *Fabaceae* forrajeras de las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina. 2016. Iheringia, Série Botânica. 71(1):5-12.
10. Odion DC, FW Davis. 2000. Fire, soil heating, and the formation of vegetation patterns in Chaparral. Ecology Monograph 70(1): 149-169.
11. Vidotto, F. , De Pablo, F. y Ferraro, A. Effect of short-duration hight temperature on weed seed germination. Ann. Appl Biol. 2013.163 (3): 454-465.
12. Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat, versión 2014, Grupo InfoStat. Cordoba, AR: Universidad Nacional de Córdoba. 2014.
13. Overbeck, G.E., Müller, S.C., Pillar, V.P. y Pfadenhauer, J. No heat-stimulated germination found in herbaceous species from burned subtropical grassland. Plant Ecol. 2006. 184(2): 237-243.
14. Radosevich, S. R.; Holt, J. S. y Ghersa, C. M. Ecology of weed and invasive plant relationship to agriculture and natural resource management. 3.ed. New Jersey: John Willey & Sons, 2007. 439 p

SUCEPTIBILIDAD DE UN CULTIVAR DE TRIGO A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES

SUSCEPTIBILITY OF A WHEAT CULTIVAR TO THE APPLICATION OF POSTEMERGENCE HERBICIDES

Panaggio, N.H.[1]; Bedmar, F[2]; Gianelli, V[1]

[1] Estación Experimental Agropecuaria-INTA Balcarce .[2] Facultad de Ciencias Agrarias-UNMDP. Ruta 226, km 73.5, 7620 Balcarce. Argentina.
* e-mail: hpana10@hotmail.com

RESUMEN

Se realizó un ensayo en la EEA INTA Balcarce, Argentina, durante la campaña 2016-2017 con el objetivo de evaluar la susceptibilidad del cultivar de trigo Sy200 a herbicidas postemergentes. Se aplicaron los herbicidas Metsulfurón, 2,4-D y Picloram, en dosis simple (6 g ia.ha^{-1}, 584 g ia.ha^{-1} y 27,8 g ia.ha^{-1}, respectivamente) y en dosis triple en los estadíos de desarrollo de dos hojas (Zd 12) y de un nudo detectable (Zd 31) según la escala Zadoks y adicionalmente se contó con un tratamiento testigo. Se detectaron efectos fitotóxicos de los tratamientos herbicidas postemergentes ($p<0,05$) sobre la altura, el número de espigas por metro y el rendimiento. Los momentos de aplicación modificaron la susceptibilidad del cultivar cuando se aplicó 2,4-D o Picloram y las dosis triples aumentaron los daños fitotóxicos.
PALABRAS CLAVE: susceptibilidad, herbicida, momento de aplicación, dosis

ABSTRACT

A trial was carried out at the EEA INTA Balcarce, Argentina, during the 2016-2017 cycle with the objective of evaluating the susceptibility of the Sy200 wheat cultivar to postemergence herbicides. The herbicides Metsulfuron, 2,4-D and Picloram were applied in single doses (6 g ai ha^{-1}, 584 g ai ha^{-1} y 27.8 g ai ha^{-1}, respectively) and triple doses in the two-leaf development stages (Zd 12) and a detectable node (Zd 31) according to the Zadoks scale and additionally a control treatment. Phytotoxic effects ($p<0.05$) of postemergent herbicide treatments on height, number of spikes per meter and yield were determined. The growth stage of application modified the susceptibility of the cultivar when 2,4-D or Picloram were applied, whereas the triple doses increased the phytotoxity.
KEY WORDS: susceptibility, herbicide, growth stage of application, dose

INTRODUCCIÓN

La susceptibilidad del cultivo de trigo a herbicidas aplicados en postemergencia, ha sido descripta previamente por numerosos autores (Leaden *et al*. 2007; Leaden y Lozano, 2004; Martin *et al*, 1989). Es necesario conocer la tolerancia de los cultivares comerciales de trigo debido al amplio mercado que existe y, a que, los herbicidas utilizados, su momento y dosis de aplicación son aspectos que pueden modificar el daño sobre el cultivo. Trabajos previos han descripto reducciones de la altura (Leaden *et al.* 2007) y del rendimiento (Martin *et al*., 1989) debido a efectos de fitotoxicidad. El objetivo de la experimentación fue evaluar la susceptibilidad del cultivar de trigo Sy200 a la aplicación de herbicidas postemergentes en dosis simple y triple, y en dos estadíos de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2016-2017 se realizó un ensayo a campo en la EEA INTA Balcarce, utilizando un diseño en bloques completos y aleatorizados con tres repeticiones. Se empleó el cultivar Sy 200 con una densidad de siembra de 320 pl m^{-2}. El cultivo fue sembrado el 15/8/2016 bajo labranza convencional. Se fertilizó con 90 kg ha^{-1}de fosfato diamónico a la siembra y con 150 kg ha^{-1} de urea en etapa de macollaje y se matuvo libre de enfermedades. Se aplicaron los herbicidas Metsulfurón, 2,4-D (sal amina) y Picloram, en dosis simple (6 g $iaha^{-1}$, 584 g $iaha^{-1}$ y 27,8 g $iaha^{-1}$, respectivamente) y en dosis triple en los estadíos de desarrollo de dos hojas (Zd 12) y de un nudo detectable (Zd 31) según la escala Zadoks *et al*. (1974) y adicionalmente se contó con un tratamiento testigo (Tabla I). Las unidades experimentales fueron de 20 m^2 y los tratamientos se aplicaron con un equipo pulverizador de mochila manual de presión constante (40 lb $pulg^{-2}$) a base de CO_2, provisto de pastillas ADI ISO 11001 que arrojó un volumen de 128 Lha^{-1}. Se evaluaron los síntomas de fitotoxicidad, la altura final y el número de espigas por metro en pre-cosecha del cultivo. Se realizó la cosecha mecánica abarcando una superficie de 8 m^2 para determinar el rendimiento.
Con los datos se realizó el análisis de la varianza y en caso de detectar diferencias significativas entre los tratamientos se efectuaron las comparaciones entre promedios mediante el test de mínima diferencia significativa (MDS) utilizando un nivel de significancia de 5%, mediante el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectó efecto de los tratamientos herbicidas ($p < 0,05$), sobre la fitotoxicidad visual, la altura, el número de espigas por metro y el rendimiento (Tabla I). La aplicación de 2,4-D en Zadoks 12 causó fitotoxicidad y reducciones de altura, del número de espigas y del rendimiento en relación al testigo, y a su vez, los daños se magnificaron con la dosis triple. En cambio, la aplicación de dicho herbicida en Zadoks 31, en ambas dosis (tratamientos 3 y 5), no causó efectos negativos, y estos tratamientos no se diferenciaron del testigo para esas cuatro variables (Tabla I).

Tabla I. Fitotoxicidad, altura, número de espigas por metro y rendimiento del cultivar de trigo Sy200 para los tratamientos herbicidas postemergentes

Tratamiento		Dosis	Fitotoxicidad[3]	Altura	Espigas/m	Rendimiento
		g ia ha^{-1}	%	cm		kg ha^{-1}
1	Testigo		0	81	96	5840
2	2,4-D sal[1]	584	29	69	60	3804
3	2,4-D sal[2]	584	0	76	77	6307
4	2,4-D sal[1]	1725	56	60	67	2783
5	2,4-D sal[2]	1725	0	77	102	5590
6	Metsulfurón[1]	6	0	78	72	5614
7	Metsulfurón[2]	6	0	80	95	5910
8	Metsulfurón[1]	18	0	81	102	5785
9	Metsulfurón[2]	18	0	79	89	5683
10	Picloram[1]	27,4	0	81	85	5670
11	Picloram[2]	27,4	7	70	96	5326
12	Picloram[1]	82,2	2	75	90	5711
13	Picloram[2]	82,2	22	64	91	4312
MDS[4] (0,05)			2,7	3,7	21,4	734,5

[1] Aplicado en Zadoks 12; [2] Aplicado en Zadoks 31; [3] 0= sin síntomas, 100= muerte; [4] Mínima diferencia significativa

El herbicida Metsulfurón no causó daños de fitotoxicidad sobre el cultivar de trigo. Las aplicaciones en dosis simple y triple y en los dos estadíos de crecimiento no causaron síntomas fitotóxicos, ni disminuciones de la altura, del número de espigas y del rendimiento del cultivo en relación al testigo (Tabla I).
De los tratamientos que incluyeron Picloram se detectaron mayores daños fitotóxicos sobre el cultivo cuando este fue aplicado en Zadoks 31 (tratamientos 11 y 13) y, a su vez, los daños aumentaron con la dosis triple, la cual causó una reducción significativa de la altura (20 %) y del rendimiento (26 %) en relación al testigo.
Los síntomas fitotóxicos observados en esta experimentación y causados por 2,4-D incluyeron retorcimientos de espigas (Figura 1), espiguillas faltantes, ramificadas y adicionales. Por su parte, los efectos fitotóxicos causados por Picloram incluyeron reducción de la altura y aristas retorcidas.
Se determinó una relación lineal positiva entre la altura y el rendimiento del cultivo (y = 122,11 x -3870,1; R^2 = 0,64), indicando que es esperable encontrar una disminución de rendimiento de 122 kg ha^{-1} por cada cm de disminución de la altura del cultivar Sy200. Una respuesta similar a este trabajo fue encontrada para otro cultivar de trigo por Leaden y Lozano (2004).

Figura 1. Ápice del cultivar Sy200 con espiguillas faltantes y retorcimiento por acción del 2,4-D (izquierda). Ápice normal del cultivar Sy200 (derecha)

CONCLUSIONES

La aplicación de 2,4-D resultó fitotóxica sobre el cultivar de trigo cuando fue aplicado en Zadoks 12, mientras que, Picloram resultó fitotóxico cuando fue aplicado en Zadoks 31. En ambos casos los daños aumentaron con la dosis triple. Los efectos negativos incluyeron disminución de la altura, del número de espigas y del rendimiento del cultivo. Metsulfurón no resultó fitotóxico para el cultivo en ninguno de los tratamientos evaluados.

REFERENCIAS

Zadoks, J.C.; Konzak, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 1974, 14: 415-421.
Leaden, M.I., Lozano, C.M. Efecto de herbicidas aplicados en distintos momentos sobre el rendimiento y la altura del cultivar Baguette 10. VI Congreso Nacional de Trigo. IV Simposio Nacional de Cultivos de Siembra Otoño-Invernal. Bahía blanca. Octubre 2004. 233-234pp.
Leaden, M.I., Lozano, C.M., Monterubbianesi, M.G., Abello, E.V. Spring wheat tolerance to De-750 applications at different growth stages. Weed Technology, 2007, 21 (2): 406-410.

Martin, D.A.; Miller, S.D.; Alley, H.P. Winter wheat (Triticum aestivum) response to herbicides applied at three growth stages. Weed Technology, 1989, 3 (1): 90-94.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

SECUENCIAS DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS INHIBIDORES DE LA ACETOLACTATO SINTETASA: EFECTOS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE SOJA

APPLICATION SEQUENCES OF ACETOLACTATE INHIBITORS SYNTHESIS HERBICIDES: EFFECTS ON SOYBEAN GROWTH AND YIELD

Panaggio, N.H.[1]; Bedmar, F.[2]; Cerrudo, A. [1]; Monterubbianesi, M.G[2].

[1]Estación Experimental Agropecuaria-INTA Balcarce. [2]Facultad de Ciencias Agrarias-UNMDP. Ruta 226, km 73.5, 7620 Balcarce. Argentina.
* e-mail: hpana10@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de secuencias de herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS) sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de soja. En la campaña 2014/2015 se realizó un experimento en la EEA INTA Balcarce (Argentina), en un diseño en bloques completos y aleatorizados con 4 repeticiones. Se utilizó Metsulfurón (Met; 4,8 g ia ha^{-1}) en el barbecho largo, Clorimurón (Clo_1; 12,5 g ia ha^{-1}) o Diclosulam (Di; 25,2 g ia ha^{-1}) en el barbecho corto y Clorimurón (Clo_2; 12,5 g ia ha^{-1}) o Imazetapir (Im; 80 g ia ha^{-1}) en postemergencia. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) Sin ALS, 3) Met, 4) Met/Im, 5) Met/Clo_2, 6) Met/Di, 7) Met/Di/Im, 8) Met/Clo_1/Im, 9) Met/Clo_1/Clo_2, 10) Met/Di/Im, 11) Met/Di/Clo_2. No se determinaron efectos negativos de fitotoxicidad sobre la tasa de crecimiento ($p > 0,05$), la altura final ($p > 0,05$) y el rendimiento ($p > 0,05$).
PALABRAS CLAVE: Residualidad, secuencia herbicida, tasa de crecimiento, rendimiento, soja.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of sequences of acetolactate synthetase (ALS) inhibitor herbicides on growth and yield of soybean crop. In the 2014/2015 season an experiment was carried out in the EEA INTA Balcarce, in a complete and randomized blocks design with 4 replications. Metsulfuron (Met; 4.8 g ia ha^{-1}) was sprayed in the long fallow, while Chlorimuron (Clo_1; 12.5 g ia ha^{-1}) or Diclosulam (Di; 25,2 g ia ha-1) was applied in the short fallow and Chlorimuron (Clo_2, 12.5 g ia ha^{-1}) or Imazethapyr (Im, 80 g ia ha^{-1}) in postemergence. The treatments were: 1) Control, 2) Without ALS, 3) Met, 4) Met / Im, 5) Met / Clo_2, 6) Met / Di, 7) Met / Di, 9) Met / Clo_1 / Clo_2, 10) Met / Di / Im, 11) Met / Di / Clo_2. No negative effects ($p > 0.05$) on growth rate, final height, and yield were determined.
KEY WORDS: Carryover, herbicide sequence, rate of growth, yield, soybean.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incrementado los problemas de residualidad a nivel mundial, situación que se refleja anualmente en el número creciente de publicaciones científicas asociadas a esta problemática (Mueller y Senseman, 2015). En Argentina se han agravado los problemas de residualidad por el uso desmedido de herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS).

La versatilidad de uso de estos herbicidas permite que puedan aplicarse en períodos de barbecho, en preemergencia y/o postemergencia de diferentes cultivos (Shaner, 2014). A consecuencia de ello, se pueden suceder aplicaciones en un mismo lote durante un mismo ciclo de producción. Tal práctica, es ampliamente difundida en la región del sudeste bonaerense (SEB) en rotaciones de soja y cultivos invernales. Estas aplicaciones en secuencia pueden causar la acumulación de residuos herbicidas en el suelo, incrementando

los daños hacia los cultivos. Esta problemática es conocida como acumulación o "stacking", y ha sido reportada previamente por otros autores en cultivos extensivos y hortícolas (Moyer y Hamman, 2001; Geisel, 2008). La acumulación se define como un aumento de la fitotoxicidad (de forma aditiva o sinérgica) en los cultivos en rotación, producto de aplicaciones repetidas de herbicidas residuales (Johnson et al., 2005). La misma podría ser explicada por la interacción aditiva o sinérgica de pequeñas cantidades de residuos herbicidas en el suelo que incrementarían la fitotoxicidad hacia los cultivos.

En soja las aplicaciones de herbicidas inhibidores de la ALS en el barbecho previo al cultivo, pueden incrementar el riesgo de fitotoxicidad de herbicidas del mismo modo de acción aplicados en pre-siembra (Diclosulam o Clorimurón) y/o postemergencia (Clorimurón o Imazetapir), sin embargo, se desconoce el impacto de tal práctica sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Algunos antecedentes previos han determinado un incremento de la fitotoxicidad sobre el cultivo de soja cuando se aplicaron herbicidas residuales en secuencia (Simpson y Stoller, 1996). A pesar de estos antecedentes de fitotoxicidad sobre el cultivo, actualmente no hay evidencias sobre mermas en el rendimiento. Los objetivos de esta investigación fueron determinar el efecto de aplicaciones en secuencia de herbicidas inhibidores de la ALS sobre la tasa de crecimiento y los componentes del rendimiento del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo 2014/2015 se realizó un experimento en la EEA INTA Balcarce, Argentina (37º 45' S, 58º 18' W; 130 m.s.n.m.), sobre un suelo Argiudol Típico. Se utilizó la variedad de soja Don Mario 3810 con una densidad de siembra de 400 pl m^{-2}, la cual se sembró el 5/12/2014 en siembra directa y con una distancia entre hileras de 17,5 cm. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos y aleatorizados con 4 repeticiones. Las unidades experimentales la constituyeron parcelas de 25 m^2. Se aplicaron 10 secuencias de herbicidas inhibidores de la ALS y se contó con una secuencia testigo (Sin ALS) (Tabla I). Se definieron tres momentos de aplicación de herbicidas: barbecho largo (BL), barbecho corto (BC) y postemergencia (POE) del cultivo de soja. Los herbicidas utilizados fueron Metsulfurón en BL, Clorimurón y Diclosulam en BC y Clorimurón e Imazetapir en POE. Todos los herbicidas fueron aplicados en combinación con Glifosato. Las secuencias 1 y 2 fueron mantenidas libres de malezas con cuatro (4) aplicaciones de Glifosato en dosis de 1080 g ea ha^{-1}.

Tabla I. Secuencias de aplicación de herbicidas inhibidores de la ALS.

Secuencia herbicida	Momento de aplicación		
	Barbecho largo[a]	Barbecho corto[b]	Postemergencia[c]
1 Testigo			
2 Sin ALS			
3	Metsulfurón[1]		
4	Metsulfurón[1]		Imazetapir[4]
5	Metsulfurón[1]		Clorimurón[3]
6	Metsulfurón[1]	Diclosulam[2]	
7	Metsulfurón[1]	Diclosulam[2]	Imazetapir[4]
8	Metsulfurón[1]	Clorimurón[3]	Imazetapir[4]
9	Metsulfurón[1]	Clorimurón[3]	Clorimurón[3]
10	Metsulfurón[1]	Diclosulam[2]	Imazetapir[4]
11	Metsulfurón[1]	Diclosulam[2]	Clorimurón[3]

[1] Metsulfurón: 4,8 g ia ha^{-1}; [2] Diclosulam: 25,2 g ia ha^{-1}; [3] Clorimurón: 12,5 g ia ha^{-1}; [4] Imazetapir: 80 g ia ha^{-1}; [a] Aplicación realizada el 16 de julio de 2014; [b] Aplicación realizada el 20 de octubre de 2014; [c] Aplicación realizada el 29 de diciembre de 2014.

Los tratamientos fueron aplicados con un equipo pulverizador de mochila manual de presión constante (40 lb pulg^{-2}) a base de CO_2, provisto de pastillas ADI ISO 11001 que arrojó un volumen de 128 Lha^{-1}. Se evaluaron los síntomas de fitotoxicidad a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA) de los herbicidas postemergentes. Se evaluó la altura final del cultivo en el estadío R7 sobre ocho plantas de cada unidad experimental, midiendo la distancia desde la base hasta la última hoja y/o vaina desarrollada. La tasa de crecimiento del cultivo (TCC, g m^{-2} día^{-1}) fue caracterizada durante el período reproductivo R2-R6 y se determinó como el cociente entre la diferencia en la producción de biomasa en esos estadíos fenológicos y el intervalo en días entre muestreos. Se analizó la TCC como el producto entre la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y la eficiencia de uso de la radiación (EUR). Para determinar el rendimiento del cultivo se cosecharon 2 m^2 en forma manual y se determinó la humedad. Para determinar el peso de granos (PG, mg), se contabilizaron 800 granos por muestra. El número de granos por metro cuadrado (NG) se determinó realizando el cociente entre el rendimiento y el PG.
Con los datos se realizó el análisis de la varianza y en caso de detectar diferencias significativas entre los tratamientos se efectuaron las comparaciones entre promedios mediante el test de mínima diferencia significativa (MDS) utilizando un nivel de significancia de 5%, mediante el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las secuencias herbicidas que incluyeron Imazetapir en POE del cultivo mostraron fitotoxicidad a los 7 días después de la aplicación (DDA) (Tabla II), la cual se manifestó a través de una clorosis foliar. La fitotoxicidad alcanzó un valor medio de 22,8 % a los 7 DDA y disminuyó con el trascurso del tiempo, respuesta similar a la determinada por Corrigan y Harvey (2000). Valores de fitotoxicidad levemente más altos fueron reportados por Simpson y Stoller (1996) con aplicaciones de Imazetapir en postemergencia. En otro estudio Gonzini et al. (1999) observaron daños fitotóxicos del orden del 8-10% por aplicaciones en postemergencia de inhibidores de la ALS (Clorimurón, Imazetapir, Cloransulam) a los 10 DDA.

Tabla II. Fitotoxicidad, altura en R7, tasa de crecimiento (TCC), radiación fotosintéticamente activa interceptada acumulada (RFAi) y eficiencia de uso de radiación (EUR) del cultivo de soja para las once secuencias herbicidas.

Secuencia Herbicida	Fitotoxicidad	Altura	TCC[a]	RFAi[a]	EUR[a]	Rendimiento
	% [1]	Cm	g m^{-2}d^{-1}	MJ	g MJ^{-1}	g m^{-2}
1.Testigo	0	68,4	8,4	258	0,98	227
2. Sin ALS	0	68,6	7,2	260	0,83	208
3. Metsulfurón	0	70,1	8,4	258	0,97	222
4. Metsulfurón/Imazetapir	25	62,3	8,6	250	1,03	202
5. Metsulfurón/Clorimurón	0	66,2	8,1	267	0,95	218
6.Metsulfurón/Diclosulam	0	70,8	8,4	261	0,81	217
7.Metsulfurón/Diclosulam/Imazetapir	22,5	70,6	8,1	263	0,92	224
8.Metsulfurón/Clorimurón/Imazetapir	21,3	66,4	7,7	259	0,90	220
9.Metsulfurón/Clorimurón/Clorimurón	0	64,8	8,4	254	0,99	215
10.Metsulfurón/Diclosulam/Imazetapir	22,5	68,5	9,4	256	0,94	193
11. Metsulfurón/Diclosulam/Clorimurón	0	66	8,2	257	0,96	209
MDS[2] (α= 0,05)	4,2	NS[3]	NS[3]	NS[3]	NS[3]	NS[3]

[a] Determinado para el período de crecimiento R2-R6; [1] 0= sin síntomas, 100= muerte, determinada a los 7 DDA de los herbicidas postemergentes [2] Mínima diferencia significativa; [3]Diferencia no significativa.

De los herbicidas aplicados en POE de soja, se comprobó mayor fitotoxicidad en las secuencias que incluían Imazetapir respecto de las que incluían Clorimurón. Esa respuesta diferente podría explicarse porque, según Brown et al. (1990), Clorimurón es metabolizado rápidamente por el cultivo, 1 a 3 horas post aplicación.
Los daños fitotóxicos observados en las secuencias con Imazetapir no se correlacionaron con disminuciones en la TCC ni con reducciones en la altura final (Tabla II). La TCC no fue afectada por la residualidad de las secuencias herbicidas, ya que no se afectó la RFAi acumulada durante el período R2-R6 ni la EUR. La ausencia de efectos negativos sobre la TCC en el período crítico del cultivo determinó que no se produjeran disminuciones del rendimiento (Tabla II).

CONCLUSIONES

Solo las secuencias que incluyeron Imazetapir causaron fitotoxicidad sobre el cultivo. Sin embargo, ninguna secuencia de aplicación de herbicidas inhibidores de la ALS causó efectos negativos sobre la altura, ni sobre la tasa de crecimiento del cultivo en el período R2-R6. La ausencia de efectos negativos de fitotoxicidad sobre la TCC determinó que no existieran disminuciones de rendimiento del cultivo.

REFERENCIAS

1.-Mueller, T.C.; Senseman, S.A. Methods related to herbicide dissipation or degradation under field and laboratory conditions. 2015. Weed Science. Special Issue, pp 133-139.
Shaner, D.L. (ed) 2014. Herbicide handbook. 10 th ed. Weed Science Society of America, Lawrence, KS, USA. 513 pp.
2.-Moyer, J.R.; Hamman, W.M. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. Weed Technology, 2001, 15, pp 42-47.
3.-Geisel, B.; Schoenau, J.J.; Holm, F.A.; Johnson, E.N. Interactions of ALS-inhibiting herbicide residues in three prairie soils. 2008. Weed Science, 56, pp 624-627.
4.-Johnson, E.N.; Moyer, J.R.; Gordon Thomas, A.; Leeson, J.Y.; Holm, F.; Sapsford, K.L.; Choeneau J.J.; Szmiegielski, A.M. ; Hall, L.M. ; Kuchuran, M.E. ; Hornford, R.G. Do repeated applications of residual herbicides result in herbicide stacking? En Van Acker, R.C. 2005. Soil Residual Herbicides: Science and
5.-Management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society – Société canadieene de malherbologie. 125 p. 2005 The science of soil residual herbicide (53-70).
6.-Simpson, D. M.; Stoller, E. W. Physiological mechanisms in the synergism between thifensulfuron and imazethapyr in sulfonylurea-tolerant soybean (Glycine max). Weed science, 1996, pp 209-214.
7.- Corrigan, K.A.; Harvey, R.G. Glyphosate with and without residual herbicides in No-Till GlyphosateResistant Soybean (Glycine max). Weed Technology, 2000, 14(3):569-577

MANEJO DE ARVENSES EN CULTIVOS AGRÍCOLAS DE CUBA. SEGUNDA EDICIÓN 2016

MANAGEMENT OF ARVENS IN AGRICULTURAL CROPS OF CUBA. SECOND EDITION 2016

Paredes, E[1]*, Oviedo, R[2]*, Rodríguez, Y[1]

1- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, eparedes@inisav.cu
2-Instituto de Ecología y Sistemática.

RESUMEN

Las plantas arvenses cuando constituyen malezas, causan grandes pérdidas de alimento a nivel mundial, los agricultores consumen más del 40 % del tiempo de su trabajo en desyerbe. Las malezas compiten con los cultivos por agua, nutrientes y son reservorio de plagas, producen alelopatía, interfieren las aplicaciones fitosanitarias, contaminan y entorpecer la recogida de cosechas y algunas de ellas son plantas invasoras; por otra parte aportan beneficios importantes como protectores de la erosión de los suelos, pero entonces ya no se les considera como malezas sino solo arvenses. Con el fin de disponer de una herramienta que permite la identificación y caracterización de las malezas de mayor peligrosidad y su manejo para los cultivos de Cuba, se elaboró una multimedia con información útil para investigadores, productores y extensionistas agrícolas, puede ser además utilizada como fuente de consulta por estudiantes en las carreras de agronomía, biología y otras afines. El contenido incluye 150 especies con fotografías directas del campo. Se dan las informaciones de mayor importancia botánica y agronómica y las principales características morfológicas de cada especie y se presentan los enemigos naturales asociados, las plantas hospederas de plagas, los usos medicinales, plantas toxicas, las metodologías de evaluación en campo y las recomendaciones de herbicidas para su uso y manejo con un enfoque agro-sostenible en los sistemas agrícolas.

Palabras clave: arvenses, manejo, agricultura

ABSTRACT

Arable plants, when they are weeds, cause large losses of food worldwide, farmers consume more than 40% of the time of their work in weeding. Weeds compete with crops for water, nutrients and are reservoirs of pests, produce allelopathy, interfere with phytosanitary applications, contaminate and hinder harvesting of crops and some of them are invasive plants; On the other hand they provide important benefits as protectors of soil erosion, but then they are no longer considered as weeds but only arable. In order to have a tool that allows the identification and characterization of the most dangerous weeds and their management for Cuban crops, a multimedia was developed with useful information for researchers, producers and agricultural extensionists, it can also be used as a source Of consultation by students in the agronomy, biology and other related careers. The content includes 150 species with direct photographs of the field. The most important botanical and agronomic information and the main morphological characteristics of each species are presented and the associated natural enemies, host plants of pests, medicinal uses, toxic plants, field evaluation methodologies and herbicide recommendations For use and management with an agro-sustainable approach in agricultural systems.

Key words: weeds, management, agriculture

INTRODUCCION

Las arvenses en general son plantas heliófilas con un amplio espectro de adaptación y desarrollo a las diferentes condiciones agroclimáticas. Sus frutos son muy variados; en su mayoría las semillas se diseminan por el viento, el agua, las aves, animales, las cosechas e instrumentos de labranza, y se acumulan en el suelo hasta que rompa su latencia y se propicie su germinación.

El control de malezas es uno de los principales problemas que aún no se ha resuelto del todo, ya sea por el mal manejo de los métodos de preparación de suelo, uso no adecuado de los herbicidas y la incorrecta selección de tecnologías de cultivos para reducir los niveles de semillas en el suelo. En este escenario, las nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC) y su desarrollo progresivo en el país, hacen posible la optimización y diseminación de la información, con un marcado impacto en generar y

divulgar los avances científicos. Además, representa una nueva etapa en el desarrollo orientada hacia el mayor aprovechamiento de las capacidades tecnológicas para un servicio con mayor eficiencia y calidad.

MATERIALES Y METODOS

La presente edición contiene un total de 150 especies, de ellas 37 monocotiledóneas pertenecientes a 5 familias, y 113 dicotiledóneas agrupadas en 39 familias, y se identificaron a través de múltiples consultas bibliográficas, así como el disponible en el Herbario "Onaney Muñíz Gutiérrez" del IE. Las fotos fueron obtenidas durante el período 2012-2015 en diferentes regiones del país. Predominan las plantas de porte herbáceo, con ciclo biológico anual, forma de propagación por semillas y se observan por lo general en todos los tipos de suelos. Las plantas se organizan alfabéticamente por familias y nombre científico, con ilustraciones de sus partes vegetativas. En la actual versión, realizada mediante el Programa: Mediator versión 9.0 y el complemento con Sumatra PDF Portable Beta versión 0.8, y la utilización de las tecnologías de los programas antes citados y como base la utilización de las características botánicas y morfológicas de cada especie, mediante distintas fotografías de campo y la descripción con términos prácticos, del tipo de maleza y enmalezamientos que conforma , así también las especies con artrópodos benéficos asociados, las hospederas de plagas y con efecto alelopático en los cultivos, sus propiedades toxicológicas para el hombre y los animales, los usos medicinales para la salud humana, los herbicidas autorizados para su control y las que se incluyen en la lista de plagas cuarentenarias; mediante un enfoque agro-sostenible.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para evaluar las arvenses cuando están presentes en algún grado de cobertura, se utiliza el método de porcentaje de cobertura, que se realiza mediante la determinación de las especies dominantes y predominantes (escala de cuatro grados). Éste se realizará al finalizar la cosecha del cultivo antecesor o cuando el campo está en barbecho. Los enmalezamientos pueden clasificarse de acuerdo al grado de cubrimiento por especies o las asociaciones de estas que están presentes al momento de realizar el monitoreo y para tal fin se recomienda usar la siguiente escala de cuatro grados del académico soviético A. I. Maltsev, modificado por Pérez *et al*. (2008). En los cultivos de pastos, áreas forestales e industriales en que las leñosas sean predominantes se evaluaran usando la siguiente escala de grados (modificado por Paredes, 2011).

Grado 1. Enmalezamientos ligeros, arbustos aislados ocupan menos del 5 % del campo (menor de 20 arbustos por hectárea).
Grado 2. Enmalezamientos medios, ocupan entre el 5 y el 25 % del campo (entre 20 y 30 arbustos por hectárea).
Grado 3. Enmalezamientos pesados, ocupan entre el 25 y el 50 % del campo (entre 50 y 200 arbustos por hectárea).
Grado 4. Enmalezamientos muy pesados, ocupan más del 50 % del campo (más de 200 arbustos por hectárea).

Para hacer el monitoreo se usarán los criterios de agrupación por tipos de enmalezamientos y en tal sentido se han establecidos ocho tipos y uno especial dado por la presencia de especies parásitas (Pérez, 2000).

Incidencia de arvenses

Para la determinación del porcentaje de incidencia (PI) por especies, se toma las veces en que aparece la arvense por campo entre el número de campos representado por la letra N y multiplicado por 100, de donde tenemos que: PI (%) = Presencia por campo x 100/Total de campos

De esta forma sabemos cómo está la distribución o grado de enmalezamiento por cada finca y en la localidad o territorio que se analiza, además de todo lo anterior puede usarse la toma de datos para determinar la Frecuencia relativa (Fr) y el Coeficiente de comunidad (Cc), lo que nos ayudará a conocer la distribución de

las especies de interés particular en caso de cualquier análisis de la situación de los distintos niveles de alta peligrosidad.

Otra forma de conocer el comportamiento de las arvenses que constituyen malezas es mediante la determinación de la Frecuencia relativa **(Fr).** Esta **s**e determina en base a las áreas o campos en los que cada especie está presente o es dominante en relación al área total evaluada, se utiliza la fórmula siguiente para su cálculo: Fr (%) = a x 100 /A, Donde a: número de campos o áreas en las que presentan la especie o es dominante, y A total de campos o áreas evaluadas.
Para tener un mejor criterio del problema que representan las malezas a nivel de finca, comunidad o territorio, se establecen cuatro clases en una escala porcentual de la cobertura por campo, y se agrupan por las frecuencias que aparecen en las plantaciones por cultivo como se define a continuación.

Escala de la frecuencia de las malezas en campo

Clase	Denominación	Valores de la escala
1	Accidentales	Aparecen en menos del 25 % de los campos o áreas
2	Poco frecuente	Aparecen entre el 25 y el 39 % de los campos o áreas
3	Medianamente frecuente	Aparecen entre el 50 y el 74 % de los campos o áreas
4	Muy frecuente	Aparecen en más del 75 % de los campos o áreas

El Coeficiente de comunidad (Cc), representa la proporción de especies comunes, con referencia al número total de especies encontradas; se calcula, según Jaccad (1912) en base a la siguiente fórmula:

Cc (%) = Nc x 100/N, donde, Cc: coeficiente de comunidad en porciento, Nc: número de especies comunes en todas las áreas, y N: total de especies encontradas

Este resultado nos dice en qué medida una especie está distribuida en las distintas regiones del país; por tipos de suelo, cultivos entre otros factores. Este coeficiente nos permite valorar la peligrosidad y su distribución entre otras características de una determinada especie para poder establecer medidas de control y manejo en los cultivos. Este coeficiente nos permite valorar la peligrosidad y su distribución entre otras características de una determinada especie para poder establecer medidas de control y manejo en los cultivos y en la finca.

Uso de herbicidas

Para la evaluación de la efectividad técnica deben realizarse dos chequeos de los campos, uno antes de la aplicación y otro posterior a esta. La evaluación previa se realizará con un tiempo mínimo de tres días antes de la aplicación de los herbicidas para comprobar las condiciones de preparación del suelo en el campo para los tratamientos de herbicidas residuales, en este chequeo se verificará si la recomendación emitida es correcta, teniendo en cuenta las arvenses presentes en la evaluación del cultivo anterior, así como las condiciones de aplicación, tales como la edad de la plantación, humedad del suelo, etc., y se corregirán o ajustarán los tratamientos a efectuar en caso de que sea necesario, el estado de las malezas en el caso de las aplicaciones de pos-emergencia y el estado de preparación de suelo. En los tratamientos de pre-emergencia, se evaluará la efectividad en un período entre 30 y 60 días de la aplicación mediante una escala establecida al efecto. La fórmula a emplear en la evaluación de la efectividad técnica, es Et = A - B (100)/A, donde: Et: eficiencia técnica del producto a evaluar en porciento; A: cobertura inicial del campo o parcela antes de aplicar y B: cobertura después del tratamiento según se indique

En los tratamientos sobre arbustos leñosos, tales como marabú, aroma, weyler, otras leñosas y tuna brava; la evaluación se realiza entre los 45 y 60 días después de la aplicación y los valores de la escala estarán representados por los siguientes síntomas: 1- Muerte de más del 90 % de las plantas, 2. síntomas generalizados de defoliación con ramas jóvenes secas; 3. Defoliación y/o deformación de hojas y ramas, 3- emisión de nuevos brotes basales con ramas jóvenes secas o no, 4. Sin daños o recuperación total,

En los tratamientos sobre arbustos leñosos, tales como marabú, aroma, weyler, entre otras leñosas y tuna brava; la evaluación se realiza entre los 45 y 60 días después de la aplicación y los valores de la escala estarán representados por distintos síntomas que aparecen en esta publicación.

Modelo: Evaluación de la efectividad técnica de los tratamientos herbicidas

Unidad de producción: _____ Municipio: _____ Provincia: _____

Nombre del herbicida o mezcla aplicada	**Cultivo por campo**	**Fecha D/M/A**	**Dosis kg.ha^{-1} PC**	Grado de intensidad			
				1	**2**	**3**	**4**

Nombre del que realiza la efectividad: _____ Firma: _____

CONCLUSIONES

En la primera pantalla de la multimedia se observan los temas que abordan y complementan el aprendizaje para el uso de alternativas y métodos de manejo. Se puede acceder a consultar la introducción, el glosario de términos botánicos, manejo de malezas, otros usos y recomendaciones de herbicidas por cultivos, clasificación, además el glosario, por familia, nombres vulgares y comunes, la bibliografía y además una versión de tres páginas con 50 especies de plantas ilustrativas y un breve resumen taxonómico de cada especie.

BIBLIOGRAFIA

1. Paredes, E. 2011. “Manejo agronómico de malezas”. En Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana, Vol. 1, No. 1, Cap. 5, pp. 101-108.

2. Pérez, E. 2000**.** “Manejo Integrado de Malezas”. Curso Internacional de Sanidad Vegetal CISAV, INISAV, p. 19.

3. Pérez, E.; Paredes, E.; Almaguel, L.; Vázquez, L. L.; Veitía, M. M.; Botta, E.; González, M.; Pérez, Y.; Hernández, R.; García, R. y M. Matamoros. 2008**.** “Metodologías de pruebas biológicas para la determinación de organismos nocivos y residuos fitotóxicos en suelo, sustrato y materia orgánica”. Proyecto No. MP/CUB/04/133, INISAV.

PORTULACA OLERACEA LINNAEUS COMO HOSPEDANTE PARA LA MULTIPLICACIÓN DE INSECTOS EN LABORATORIO

PORTULACA OLERACEA LINNAEUS LIKE LOST IN THE MULTIPLICATION OF INSECTS IN LABORATORY

Pérez, J. I.[1]; Castellanos, M. A.[2]

[1]Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Departamento de Protección Fitosanitaria. Ministerio de Agricultura. Carretera Central, km 111, Matanzas. Cuba. E-mail: estadistica@sv.mtz.minag.gob.cu

[2]Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana. San José. Mayabeque. Cuba

RESUMEN

La necesidad de criar insectos en laboratorio para su utilización como hospedante en la multiplicación de entomófagos, comprobar el efecto de los insecticidas biológicos y estudiar su biología, representa un interesante campo para investigar nuevas fuentes de alimentación natural. En este trabajo se estudió el empleo de la maleza *P. oleracea* como hospedante de las especies: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Spodoptera eridania* (Cramer) y *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Las crías se realizaron en ambiente no controlado y en recipientes plásticos, las larvas en cápsulas de 9x1,5 cm, las crisálidas y parejas de adultos en frascos de 750 ml y 800 ml de capacidad respectivamente. Se calculó la media y la desviación estándar de los parámetros biológicos estudiados. Se demostró que *P. oleracea* es un hospedante de fácil adquisición y bajo costo y que puede ser utilizado en la multiplicación de estas especies con buen crecimiento y desarrollo.

Palabras clave: hospedante, noctuidos, biología y maleza.

ABSTRACT

The necessity to raise insects in laboratory for their use like host in the multiplication of biological controls, to check the effect of the biological insecticides and to study their biology, it represents an interesting field to investigate new sources of natural feeding. In this work the employment of the overgrowth was studied *P. oleracea* like host of the species: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Spodoptera eridania* (Cramer) and *Helicoverpa zea* (Boddie), (Lepidoptera: Noctuidae). The rearing were carried out in not controlled atmosphere and in plastic recipients, the larvas in capsules of 9x1,5 cm, the chrysalises and even of adults in flasks of 750 ml and 800 ml of capacity respectively. It was calculated the mean and the standard deviation of the studied biological parameters. It was demonstrated that *P. oleracea* is a host of easy acquisition and low cost and that it can be used in the multiplication of these species with good growth and development.

Key words: host, noctuid, biology and overgrowth.

INTRODUCCIÓN

Según Mera-Ovando y Bye-Boettler (2014)[1] la verdolaga (*P. oleracea*) es una planta herbácea comestible que se distribuye en las regiones templadas y tropicales del mundo. Es un vegetal que se consume en Grecia, Líbano y otros países del mediterráneo, donde la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cáncer es baja. Recientes estudios bromatológicos revelan su contenido en ácidos grasos omega 3 y 6, cuya función es la reducción del nivel de colesterol.

En Cuba son pocas e incompletas las investigaciones con la alimentación de noctuidos mediante el empleo *P. oleracea.* Bruner *et al* (1975)[2] reportaron *S. frugiperda* como hospedante secundario en junio de 1931. Méndez-Barceló (2011)[3] investigó la influencia del maíz y la verdolaga sobre la fecundidad de *S. frugiperda* y Armas *et al.*, (2010)[4] proponen una metodología de cría de *S. frugiperda* con alimento natural: maíz (*Zea mayz* L.), Don Carlos (*Sorghumm halepense* {Linnaeus}) y verdolaga (*P. oleracea)*, pero no hacen referencia al estudio de la biología sobre estos hospedantes. No se conocen estudios sobre *P. oleracea* como alimento de *H. zea* y *S. eridania.*

La necesidad de hospedantes para la multiplicación de entomófagos, realizar bioensayos a los bioplaguicidas y estudiar su biología conlleva a investigar nuevas fuentes de alimentación natural, de fácil adquisición y bajo costo. En este trabajo se estudió el empleo de *P. oleracea* como hospedante de tres especies de lepidópteros noctuidos: *S. frugiperda, S. eridania y H. zea.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se desarrollaron en la Sección de Entomófagos del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal en condiciones climáticas no controladas. Los datos de temperatura y humedad relativa fueron suministrados por la Oficina Provincial del Instituto de Meteorología, registrados en la Estación Meteorológica de Varadero.

El material inicial de *H. zea* y *S. frugiperda* consistió en larvas obtenidas en campos de maíz entre los meses de junio a septiembre del 2015 y en *S. eridania* fue a partir de puestas de huevos recolectadas en *P. oleracea* en noviembre del 2016. Las plantas de *P. oleracea* con buen estado vegetativo para la alimentación de las diferentes crías se obtuvieron en campos cercanos al área de trabajo.

Las larvas neonatas se situaron en cápsulas plásticas de 14 cm x 2 cm, con ramas de verdolaga, donde mantuvieron tres días, luego se colocaron cinco por cápsula de 9x1,5 cm por otros tres días, a partir de los seis días se individualizaron y se cambió el alimento cada dos según el desarrollo larval.

Las pupas se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante tres minutos y se depositaron en recipientes plásticos de 750 ml de capacidad, 15 cm de alto y 8 cm de ancho, en cuyo fondo se añadió aserrín esterilizado y humedecido. La pupa se situó sobre una porción circular de papel hasta su emersión. Cada recipiente se cubrió con maya fina de nailon fijada con un aro plástico.

Los imagos se introdujeron en pareja en recipientes plásticos transparentes de 800 ml de capacidad, 16 cm de alto y 8 cm de diámetro, cuya boca se cubrió con maya fina de nailon y un aro plástico. El alimento consistió en una solución al 10% de azúcar refino, que se situó en algodón dentro de un dosificador de 10 ml de capacidad. El alimento se cambió en días alternos y se suministró agua todos los días.

Establecidas las crías se realizaron las mediciones de los parámetros biológicos, se calculó la media y la desviación estándar con el auxilio del paquete estadístico Statgraphics *Plus* versión 5.0. El noctuido *H. zea* se mantuvo durante dos generaciones, pues el objetivo principal fue comprobar si aceptaba a *P. oleracea* como alimento.

.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las mediciones de los parámetros biológicos en las tres especies de noctuidos estudiadas se exponen en las Tablas I, II y III. En cada tabla aparece la media y la desviación estándar, así como la temperatura y la humedad relativa media de los períodos de duración de cada estado y del ciclo biológico desde huevo hasta adulto.

Tabla I. Media y desviación estándar de algunos parámetros biológicos de *S. frugiperda* alimentada con *P. oleracea*. Período febrero-marzo/2016.

Parámetro	Media±DE	Temp. (Cº)	HR (%)
Duración estado de huevo	3,63±0,67	21,50±1,27	71,90± 12,08
Duración estado larval	17,88±1,55	22,50±1,66	70,00±11,67
- Duración de la prepupa	3,10±0,44		
Duración estado pupal	12,41±0,67	22,70±1,80	69,50±10,86
- Hembra	11,59±0,83		
- Macho	13,52±0,57		
- Duración estado adulto	12,61±2,56	24,60±1,40	74,20±8,25
- Hembra	11,15±2,15		
- Macho	14,07±4,06		
Duración ciclo biológico	46,53±5,45	23,00±1,94	72,20±10,79
Largo de la pupa	16,13±1,16	-	-
Ancho de la pupa	4,82±0,26	-	-
Peso de la pupa	202,00±25,72	-	-
Máximo desarrollo larval	32,88±3,03	-	-

DE: desviación estándar; HR: humedad relativa.

S. frugiperda es uno de los insectos plagas que más se ha estudiado en el mundo por su importancia en la agricultura, es por ello que se le ha prestado mayor atención en las investigaciones con el hospedante *P. oleracea*. En cuanto a la duración del ciclo biológico Castro *et al.* (2009)[5], con el empleo de maíz como alimento y a temperatura de 19,5 Cº, obtuvo 65,8 días, superior al reportado en esta de investigación que se desarrolló a más altas temperaturas entre 21,5 y 24,6 Cº. El parámetro longevidad resultó similar, el macho fue superior a la hembra en unos cuatro días. Por otro lado, Huerta-Valdovinos *et al.* (2016)[6], al estudiar la reproducción y desarrollo de poblaciones de campo, con temperatura de 25 Cº y humedad relativa del 75 %, encontró que la duración de la larva fue 16-22 días, la pupa de10-13 días y el peso de la pupa 200- 240 mg, registros semejantes a los resultados que se exponen.

Tabla II. Media y desviación estándar de algunos parámetros biológicos de *S. eridania* alimentada con *P. oleracea*. Período dic./2016- febrero/2017.

Parámetro	Media±DE	Temp. (Cº)	HR (%)
Duración estado de huevo	3,00±0,55	25,80±0,67	79,00±5,96
Duración estado larval	16,93±1,51	24,92±1,42	79,95±6,12
- Duración de la prepupa	3,13±0,68		
Duración estado pupal	9,41±1,11	24,48±1,04	76,07±5,11
- Hembra	8,93±1,00		
- Macho	9,81±1,02		
- Duración estado adulto	13,30±2,85	23,80±1,08	74,65±7,70
- Hembra	12,05±2,91		
- Macho	14,55±3,66		
Duración ciclo biológico	42,64±6,02	24,25±1,51	76,52±8,2323
Largo de la pupa	15,53±0,71	-	-
Ancho de la pupa	4,92±0,31	-	-
Peso de la pupa	208,67±25,69	-	-
Máximo desarrollo larval	34,30±4,15	-	-

DE: desviación estándar; HR: humedad relativa.

La duración del ciclo biológico resultó inferior al obtenido por Ramírez y Gómez (2010)[7] los que reportan 53 días, la diferencia pudiera deberse a las condiciones de temperatura (25±5 ºC) y humedad relativa (70±10%) reguladas Los estados con mayor diferencia fueron el larval (24,94) y el pupal (15,55), sin embargo, la duración de la prepupa y el estado adulto fue superior en la presente investigación. Specht *et al.* (2016)[8] estudia el peso de la pupa y su influencia en el potencial reproductivo, ellos obtienen un peso de la pupa entre 249-403 mg las hembras y entre 221-336 mg los machos, superior a lo alcanzado en el presente trabajo, resultados que pudieran estar influenciados por el empleo de la soya como sustrato alimenticio.

Tabla III. Media y desviación estándar de algunos parámetros biológicos de *H. zea*. Período agosto-octubre/2015

Parámetro	Media±DE	Temp. (Cº)	HR (%)
Duración estado de huevo	3,27±0,45	28,18±0,87	79,06±3,42
Duración estado larval	14,74±0,89	27,92±0,61	76,21±3,31
- Duración de prepupa	4,74±0,37		
Duración estado pupal	10,17±1,85	28,6±0,96	77,50±3,82
- Hembra	8,72±0,96		
- Macho	11,64±1,36		
Duración estado adulto	10,52±2,03	28,53±0,98	77,93±4,08
- Hembra	9,35±1,85		
- Macho	11,80±2.28		
Duración ciclo biológico	38,70±5,22	-	-
Largo de la pupa	16,13±0,99	-	-
Máximo desarrollo larval	34,13±1,93	-	-

DE: desviación estándar; HR: humedad relativa**.**

Bruner et al. (1975) no reportaron *H. zea* como insecto que atacara *P. oleracea*, por lo que no se conoce si en las condiciones naturales se alimenta de esta maleza. Según Martínez *et al*. (2006)[9] la duración del ciclo biológico de *H. zea* es de 27 a 38 días, lo que coincide con el resultado alcanzado en este trabajo.

CONCLUSIONES

La mayoría de los parámetros biológicos obtenidos son similares a los determinados por otros investigadores con la utilización de diferentes hospedantes naturales, por lo que se demostró que *P. oleracea* es un hospedante de fácil adquisición y bajo costo y que puede ser utilizado en la multiplicación de las especies de noctuidos: *H. zea, S. frugiperda y S. eridania* con buen crecimiento y desarrollo. Estos resultados posibilitan continuar el estudio de su biología y la elaboración de las metodologías de cría.

REFERENCIAS

1.- Mera-Ovando, L. M., Bye-Boettler, R. A. y Solano, M. L. La verdolaga *(Portulaca oleracea L.)* fuente de omega 3 y omega 6. En Producción potencial y consumo de maíz (*Zea mayz* L.) en el estado de México. *AP Agroproductividad*. Enero-febrero, 2014. Vol. 7(1): 3-7. ISSN-0188-7394.

2.- Bruner, S.C., L.C. Scaramuzza y A.R. Otero. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas.

3.- Méndez-Barceló, A. Influencia alimentaria en la fecundidad de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones artificiales. *Anales de Biología.* 2009. 31: 105-108.

4.- Armas, J. L. *et al*. Cría de *Spodoptera frugiperda* con alimento artificial y natural. En: Manual de metodologías de reproducción de entomófagos. *CIDISAV*. INISAV. Noviembre 2010: 25-34. ISBN 978-959-7194-36-1.

5.- Castro *et al*. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) 0(Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnología en Marcha*. Oct-dic.2009: 28-37.

6.- Huerta-Valdovinos *et al*. Reproducción y desarrollo de poblaciones de campo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Entomología Agrícola. 2016. 3: 311-315. ISSN: 2448-4754.

7.- Ramírez, L. M. B. y Víctor A. G. L. Biología de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) en dieta natural y artificial, en condiciones de laboratorio. Investig. Agrar. 2010;12(1): 17-21.

8. - Specht, A. *et al*. Reproductive potential of *Spodoptera eridania* (Stoll) (Lepidoptera: Noctuidae) in the laboratory: effect of multiple couples and the size. *Braz. J. Biol.*, 2016, vol. 76(2): 526-530 . Consultado 15 enero/2016. Disponible en http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.23114.pdf.

9.- Martínez G. E. *et al*. Manejo Integrado de Plagas, Manual Práctico. *CNSV*. 2006: 189-191.

SELECTIVITY OF SULFENTRAZONE WHEN APPLIED IN PRE-PLANTING IN ONE-EYE-SET (OES) AT CTC 11

SELECTIVIDAD DE SULFENTRAZONA CUANDO SE APLICA PRE-SIEMBRA EN PLÁNTULAS DE PRE-GERMINADOS DE CAÑA DE AZÚCAR CTC 11

[1]Perez, L. L ; [2]Toledo R. E. B; [3]Silva, G.S.; [4]Victoria Filho, R.; [5]Pauli G.; [6]Sales F.P.

[1] FMC Agricultural Solutions Brazil. leonardo.perez@fmc.com; [2] USP-ESALQ, Piracicaba-SP roberto.e.toledo@gmail.com; USP-ESALQ, Piracicaba-SP gustavusoares@gmail.com; USP-ESALQ, Piracicaba-SP rvictori@usp.br; [5] FMC Agricultural Solutions Brazil. giuliano.pauli@fmc.com; [6] USP-ESALQ, Piracicaba-SP. fernando.p.sales@gmail.com

ABSTRACT

The use of sugarcane one-eye-set (OES) reduces the consumption of stalks in planting and brings economic advantage to the producer, but has the disadvantage of plants intoxication by herbicides. The objective of this work was evaluate crop safety of sulfentrazone, when applied in pre-planting of sugarcane one-eye-set (OES). The experimental design was a randomized block, using a six rates of sulfentrazone (200 g ha^{-1} 400 g ha^{-1}, 800 g ha^{-1}, 1600 g ha^{-1} and 3200 g ha^{-1}), plus one control without application, with four replicates, in the CTC11 variety. The visual injury symptoms were evaluated and at 330 DAA, yield (t ha^{-1}) and other qualitative parameters were performed. It was verified that the cultivar CTC11 at rates of sulfentrazone 200 g ha^{-1}, 400 g ha^{-1}; 800 g ha^{-1}, showed a good crop safety, and without compromising productivity and technological characteristics.

Key words: selectivity, OES, sugarcane, yield.

RESUMEN

El uso de un sistema de un solo ojo de la caña de azúcar (OES) reduce el consumo de tallos en la siembra y trae ventaja económica al productor, pero tiene la desventaja de la intoxicación de plantas por herbicidas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la inocuidad de los cultivos de sulfentrazona, cuando se aplicó en pre-siembra de un conjunto de ojo de caña (OES). El diseño experimental fue un bloque al azar, utilizando seis dosis de sulfentrazona (200 g ha-1 400 g ha -1, 800 g ha -1, 1600 g ha -1 y 3200 g ha -1), más un control sin aplicación , Con cuatro repeticiones, en la variedad CTC11. Se evaluaron los síntomas de lesión visual y se realizaron 330 DAA, rendimiento (t ha-1) y otros parámetros cualitativos. Se comprobó que el cultivar CTC11 a ritmos de sulfentrazona 200 g ha-1, 400 g ha-1; 800 g ha-1, mostró una buena seguridad en los cultivos y sin comprometer la productividad y las características tecnológicas.

Palabras clave: seletividad, canã, productividad

INTRODUCTION

The application of herbicides in pre- and post-emergence conditions, is routinely carried out in areas of conventional planting in the sugarcane crop. Individually, herbicides are not harmful if followed by application recommendations. However, the tolerance of the varieties to a given product can be altered by the applied rate, and also by a new planting systems implanted as for example the use of one-eye-set (OES) in the sugarcane regions.

Considering the selectivity of the herbicides in the traditional planting system, where the initial development of sugarcane planted by grinding wheels is slower, since the plant lives on the reserves of

nutrients contained in the sugarcane billets, and in addition the selectivity is by position, once that the herbicide is applied in the soil around 20 cm above the planted grinding wheels (AZÂNIA, 2004). On the other hand, in the system by (OES) the herbicide is applied in the upper layer of the soil, being able to be directly absorbed by the roots of sugarcane, causing different sensitivity responses to the products, resulting in injurys.

In sugarcane, there are several studies evaluating the selectivity of herbicides applied in pre-emergence in the crop, in the traditional system of planting by sugarcane billets. Barela (2005) concluded that the herbicide sulfentrazone (800 g ha-1), when applied in pre-emergence of the crop was selective, since it presented some initial symptoms of phytotoxification, but did not result in significant losses at the end of the experiment.

A better understanding of the agronomic efficiency and selectivity of the herbicides in the pre-sprouted one-eye-set (OES) system can be useful to improve the use of this tool in agriculture. Thus, the objective was to evaluate the selectivity of sulfentrazone in this new system of plant cane.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was installed in commercial production area of sugarcane from October 2015 to September 2016, at the São Martinho Sugar mills, located near to Motuca, SP. The preparation of the area was carried out according to the procedures of the plant cane, which consisted of the mechanical removal of the ratoon cane, correction of soil acidity, subsoiling and fertilization. The soil of the experimental area was classified as Yellow Red Latosol (LVA).

The experimental plots consisted of six lines of 10 meters in length and spaced 1.5 m apart, totaling 90 m^2. The experimental was a randomized block design, with four replications. The sulfentrazone rates used were 200, 400, 800, 1600 and 3200 g a.i. ha^{-1}, and a Hand check control.

The analyzed variables were: phytotoxicity attributed to a visual score scale where 0% represented no injury to the crop and 100% for the death of sugarcane plants (SBCPD, 1995). At the end of the experimental period, the harvest was carried out, and all the plants of sugarcane were collected from the useful area, chopping the green leaves of the tips, and calculated by means of the transformation of the total weight of the plots in tonnes per hectare. And 10 stems were taken at random in each experimental plot at the time of harvest to determine the technological parameters of sugarcane using the method of Consecana-SP (2016).

The results were submitted to analysis of variance by the F test ($p \leq 0.05$) and the means of the treatments, when significant, were compared by the Tukey test at 5% of probability. The statistical program used was SISVAR 5.0.

RESULTS AND DISCUSSION

At 15 days after application (DAA), all rates showed visual symptoms of phytotoxication, characteristic of the mechanism of action of Protox Inhibitors, that is, pre-budded leaves. In general, the intensity of the symptoms of phytotoxification was the descending order of the highest rate of sulfentrazone 3200 g ha^{-1} a.i. for the lowest rate of sulfentrazone 200 g ha^{-1} a.i. (Table 2).

At 63 DAA, injurys generally declined, but again at a rate of 3200 g ha^{-1} ia, which presented values above 75% considering a very severe phytotoxicity, which could compromise the initial development of the plants and the closure of the plant.

Table 2. Injury (%) of sugarcane plants in different evaluation periods according to the dose.

Rate (g ha^{-1} a.i.)	15 DAA	28 DAA	63 DAA	95 DAA	133 DAA
0	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 d	0,0 d

200	8,7 bc	6,25 d	0,0 d	0,0 d	0,0 d
400	20,0 b	10,0 cd	7,5 d	11,25 c	5,0 d
800	21,3 b	20,0 c	16,25 c	11,25 c	5,5 c
1600	60,0 a	45,0 b	45,0 b	40,0 b	27,5 b
3200	70,0 a	75,0 a	75,0 a	70,0 a	57,5 a
CV (%)	18,51	18,30	14,88	11,69	18,67
F_{calc}	104,51	145,14	284,93	459,25	235,26
DMS	12,76	10,95	8,19	5,93	6,83

(1) Means followed by the same letter in the column do not differ statistically from each other by the Tukey test at < 0,05.

In relation to the commercially used dose of sulfentrazone (800 g ha-1 a.i.), the period with the most marked symptoms was from 15 DAA to 28 DAA, from 63 DAA phytotoxication symptoms were attenuated. According to Dias (2014), in the same pre-planting condition of the one-eye-set, observed symptoms of phytointoxication with the application of sulfentrazone at 800 g ha-1 i.a., which corroborates with the results of this study.

In the table 3 shows the results of the technological and productivity analysis of one-eye-set and the effects of sulfentrazone rates.

Analyzing the technological qualitative characteristics of sugarcane, it was observed that there was no significant difference between the effects of treatments for Brix, presenting only significant differences for the variables Pol, purity and ATR, at the 3200 g ha^{-1}, then it can be stated that the decrease is due to the reduction of productivity by injury. Garcia (2016) in a field study similar to the present study with the use of (OES) with pre-planting herbicides did not observe differences in the qualitative and productivity characteristics in relation to the use of tebuthiuron (1100 g ha^{-1}) associated with sulfentrazone (600 g ha^{-1}) in pre-budded seedlings.

Table 3. Technological analysis and yield. Motuca/SP 2016.

Rate	**BRIX**	**POL**	**PURITY**	**ATR**	**YIELD**
(g ha^{-1} i.a.)		**(%)**		**(kg t^{-1})**	**(t ha^{-1})**
Hand check	16,9 a	16,6 a	87,5 a	164,0 a	112,0 ab
200	18,8 a	16,3 ab	86,9 ab	161,9 ab	113,7 a
400	18,4 a	15,9 ab	86,5 ab	158,2 ab	116,2 a
800	18,6 a	16,3 ab	87,6 a	161,5 ab	110,3 ab
1600	18,4 a	15,9 ab	86,5 ab	158,1 ab	96,5 bc
3200	17,5 a	14,8 b	84,2 b	147,8 b	84,6 c
CV (%)	3,57	4,41	1,46	4,07	6,75
F_{calc}	2,26	3,31	4,67	3,16	12,03
DMS	1,51	1,62	2,84	14,84	16,37

Although sulfentrazone rates at the beginning of development showed considerable symptoms of intoxication in one-eye-set (OES), the relationship of productivity reduction was observed according to the increase of phytointoxication during the evaluated periods. There was a significant difference between treatments in relation to productivity only at the dose of 3200 g ha^{-1}. The sulfentrazone rate register for the sugarcane crop is until 800 g ha^{-1}, so according to the results of this study, it was selective for pre-planting management when planted in the system by one-eye-set (OES).

The results are similar to those verified by Garcia et al. (2016), where the selectivity of the sulfentrazone herbicide 600 g ha^{-1} associated with clomazone 1080 g ha^{-1}, applied in pre-planting in one-eye-set in CTC14 cultivar, was evaluated, and no productivity reductions were observed even with Initial symptoms of phytotoxicity.

CONCLUSION

Sulfentrazone applied on the day prior to planting of one-eye-set (OES) was selective to sugarcane in CTC 11 cultivar. Sulfentrazone did not impair the initial development of seedlings, even with initial symptoms of intoxication, there was metabolization of the herbicide, not affecting significantly the yieldy and technological quality of the crop.

REFERENCES

AZANIA, C. A. M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2004.

CONSECANA. **Manual de instruções.** Disponível em: <http://www.orplana.com.br/novosite/manual_consecana.pdf> Acesso em: Mai.2016.

BARELA, J. F. **Seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) afetada pela interação com nematicidas aplicados no plantio.** 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DIAS, JOSÉ LUIZ CARVALHO DE SOUZA. **Seletividade de herbicidas em mudas pré- brotadas de cana-de-açúcar.** 2014. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014.

GARCIA, MIRELA PERONI. **Seletividade de tratamentos herbicidas em mudas pré- brotadas de cana-de-açúcar CTC 14.** 2016. 43 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES FITOMAS-E MÁS ENERPLANT A LA CAÑA DE AZÚCAR EN LAS PROVINCIAS ARTEMISA Y MAYABEQUE

RESULTS OF FITOMAS-E PLUS ENERPLANT BIOSTIMULANTS APPLICATION TO SUGARCANE CROP IN ARTEMISA AND MAYABEQUE PROVINCES

Sandalio Pino, Carlos Cardentey, Mirtha Pérez y Rafael Zuaznabar
Instituto de Investigaciones de la Caña de azúcar (INICA)
*sandalio.pinoetica@inicamy.azcuba.cu

RESUMEN

Se reportan los resultados de 2 experimentos establecidos en suelo Ferralsol en las Empresas Azucareras Artemisa y Mayabeque con las variedades de caña de azúcar CP52 43 y C86 56 respectivamente, donde se evaluó la respuesta a la aplicación de la mezcla de los Bioestimulantes FitoMas-E a 4 L ha^{-1} más Enerplant a 0.52 L ha^{-1} . En ambos casos se alcanzó incremento del rendimiento agrícola con valores de 7.93 y 4.83 tha^{-1} que representan ganancias de 1211.70 y 738.02 pesos por hectárea por lo que económicamente se justifica su aplicación.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, bioetimulante, rendimiento agrícola.

ABSTRACT

Reported the results of 2 experiments established in soil Ferralsol in the sugar companies Artemisa and Mayabeque with varieties of sugarcane CP52 43 and C86 56 respectively, where we evaluated the response to the application of the mixture of the Bioestimulantes FitoMas-E 4 l ha-1 more Enerplant to 0.52 L ha-1. Increase the agricultural yield with 7.93 and 4.83 tha-1 levels that represent gains 1211.70 and 738.02 pesos per hectare by what is economically justified their application was achieved in both cases.
KEY WORDS: sugarcane, bioestimulant, yield.

INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son productos de reconocido efecto hormonal que coadyuvan en la aptitud de las plantas para su desarrollo, con marcado efecto anti estrés, resistencia ante el ataque de plagas y mejor respuesta ante la fertilización. En Cuba se ha extendido el uso del FitoMás-E (producido por el ICIDCA, cuyo principio activo consta de aminoácidos) junto con la fertilización mineral, con lo que se ha logrado efectos positivos reconocidos en relación con el rendimiento agrícola. Por otra parte se ha estudiado el Enerplant (producido por BIOTEC internacional, de México, cuyo principio activo consta de oligosacáridos), también con efectos positivos sobre la producción de caña.

Por lo antes expuesto se desarrolló un trabajo con el objetivo de evaluar el efecto combinado de ambos bioestimulantes (FitoMas-E+Enerplant), junto a la fertilización mineral recomendada en relación con la práctica consuetudinaria de FitoMas-E con fertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron lotes controles en las UPC Ismael Ricondo y Manuel Fajardo de las Empresas Azucareras Artemisa y Mayabeque respectivamente sobre suelo Ferralsol para evaluar la eficacia de la mezcla de los

bioestimulantes FitoMas y Enerplant en el crecimiento y desarrollode la caña de azúcar en comparación con el tratamiento estándar de FitoMas-E a dosis de 4 L ha^{-1} en ambos casos con la Fertilización Mineral Recomendada por el Servicio de Recomendaciones y Enmiendas (SERFE).

La aplicación de los bioestimulantes se realizó con asperjadora acoplada al tractor, con una solución final calibrada de 200 L ha^{-1}, con boquillas de abanico plano sobre el surco o hilera de la caña de forma fraccionada en 2 momentos (2 L ha^{-1} de Fitomas-E + 0.026 L ha^{-1} de Enerplant), para un total de 4 L ha^{-1} de FitoMas-E + 0.052 L ha^{-1} de Enerplant

Tabla 1 Características generales de los lotes controles.

	Ismael Ricondo	Manuel Fajardo
Fecha de aplicación	24-3-2016	3-4-2016
Edad de la plantación	65 días	68 días
Variedad	CP52 43	C86 56
Cepa	Segundo retoño	Segundo retoño
Cosecha	Enero 2017	Febrero 2017
Área	3.20 ha	3.5 ha
Tipo de suelo	Ferralsol	Ferralsol

Selección de los campos y conformación del área de prueba

- Área uniforme y representativa de las condiciones en las que se prevé utilizar comercialmente el producto.
- Campo con 100 surcos de 500 m (Típico)
- Una sola variedad (representativa de la zona), una sola cepa retoño
- Relieve uniforme (llano) y en área de secano
- Rendimiento estimado mayor o igual que 50 t ha^{-1} y población mayor o igual que 80 %.

Los tratamientos a estudiar serán los siguientes:
I Fertilización + 4.0 L ha^{-1} de FitoMas-E
II Fertilización + 4.0 L ha^{-1} de FitoMas-E+0.052 L ha^{-1} de Enerplant.

Unidades de evaluación del rendimiento

En estas pruebas el equivalente a las parcelas o bandas serán denominados “Unidades de evaluación del rendimiento”. Estas unidades, están determinadas por la distancia que recorre el camión hasta completar su carga. La Figura 1 muestra un esquema de la forma en que se generan las “Unidades de evaluación del rendimiento”

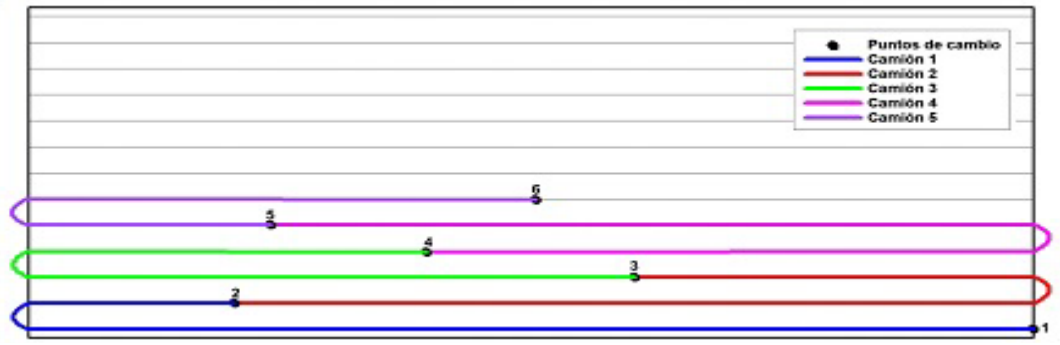


Figura 1. Esquema de determinación de “Unidades de evaluación del rendimiento”

Durante la cosecha se anotará en un modelo el número que se asigne a la parcela, el tratamiento que se cosecha, el camión donde se carga la caña cosechada, los puntos georreferenciados de inicio y fin de la

carga, la distancia recorrida determinada con el SIG MapInfo, el área a partir del producto distancia recorrida por distancia entre surcos, la producción o carga del camión determinada en la báscula del ingenio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha del lote control de la UPC Ismael Ricondo de la Empresa Azucarera Artemisaalcanzó un incremento sobre el tratamiento estándar de 7.93 t ha^{-1}lo que ratifica lo reportado por Sulroca (2) en la evaluación de mezclas de bioestimulantes Fitomas y Enerplant con dosis reducidas de fertilizante en el cultivo de la caña de azúcar.Además plantea que también es una opción económica y medioambiental, dos factores de crisis mundial con tendencia demostrada por la ciencia a incrementarse grandemente en un futuro Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la cosecha de lotes controles

Indicadores	1	2
UEB	Abraham Lincoln	Manuel Fajardo
UPC	Ismael Ricondo	Manuel Fajardo
SERFE + FitoMas-E	63.76	39.54
SERFE + FitoMas-E + Enerplant	71.69	44.37
Diferencia	**7.93**	**4.83**

El lote control de la UPC Manuel Fajardo de la Empresa Mayabeque también resultó superior al tratamiento convencional pero con un valor más discreto 4.83 t ha^{-1} de incremento, no obstante también resulta económica su aplicación, lo que justifica el uso de estos productos en las condiciones edafoclimáticas de ambas unidades productoras. Al respecto Zuaznabar et al (3) plantean que el uso del bioestimulantes FitoMas ha reportado incrementos sostenible de la producción de caña en diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba, con respuesta en la generalidad de las variedades evaluadas con valores entre 6 y 9 ton ha^{-1}. Por otra parte Rodríguez (1) en aplicaciones de Enerplant a 0.052 L ha^{-1} en áreas cañeras de Cuba aplicado solo logró como promedio incremento en el rendimiento agrícola de 8.9 t ha^{-1} en áreas fertilizadas según la recomendación del Servicio de Recomendaciones y Enmiendas del INICA (SERFE).

Según el nuevo precio de la tonelada de caña (152.80 pesos) con la aplicación del tratamiento de la mezcla de los bioestimulantes se alcanza un valor adicional de 1211.70 y 738.02 pesos por hectáreaen la UPC Ismael Ricondo y Manuel Fajardo respectivamente.

También se debe destacar que no se detectó daño en las variedades CP52 43 y C86 56 por la aplicación de la mezcla de los bioestimulantes.

CONCLUSIONES

1- La aplicación de la mezcla de FitoMas-E a 4 L ha^{-1} + Enerplant a 0.052 L ha^{-1} junto con la dosis recomendada del Servicio de Recomendaciones y Enmiendas (SERFE) alcanzó incrementos del rendimiento agrícola entre 7.83 y 4.83 t ha-1 con las variedades de caña de azúcar CP52 43 y C86 56 respectivamente en suelo Ferralsol.

2-Con la aplicación del tratamiento de la mezcla de los bioestimulantes se alcanza un valor adicional de 1211.70 pesos por hectárea en la UPC Ismael Ricondo y 738.02 en laManuel Fajardo.

3- No se detectaron efectos fitotoxicos en las variedaes de caña de azúcar evaluadas por la aplicación de la mezcla de los bioestimulantes.

REFERENCIAS

1- Rodrigez, Elio; J.F Sánchez; J. Campos y E. Garcia. (2004). Biomodulador Enerplant, más azúcar, menos costos, mayor protección del medio ambiente. 24 pag.

2- Sulroca, F. y L.M Avila. (2015). Evaluación de las mezclas de bioestimulantes FitoMas-E y Enerplant combinada con dosis reducidas de fertilizantes en el cultivo de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (2015). 26 pag.

3- Zuaznabar, R; J.C Díaz; R. Montano, R. Gallego; L.Rodriguez; F. Sulroca; A. Garcia; A. Mira; S. Pino; J. Villar; R. Andrew y Yanin. Aguila. Diversas formulaciones de FitoMas ¿Mito o realidad en la caña de azúcar en Cuba? Revista ATAC No. 1 /2014 Enero-Abril. Pag 23- 27.

RESULTADO DE LA EFICACIA HERBICIDA CONTRA DIVERSAS ESPECIES DE MALEZAS Y LA TOLERANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

RESULT OF THE EFFECTIVENESS HERBICIDE AGAINST DIVERSE SPECIES OF OVERGROWTHS AND THE TOLERANCE OF THE CANE OF SUGAR

Quevedo C. M.*

Empresa Azucarera Santiago de Cuba. UEB Paquito Rosales. CPA Sabino Pupo.
*andrian.garcia@easc.azcuba.cu

RESUMEN

Se realiza un estudio en la CPA Sabino Pupo perteneciente a la UEB Paquito Rosales en Santiago de Cuba en febrero 2015 (4 días después de la cosecha), con mochilas y una solución final de 201 L/ha, sobre una cepa de retoño IV, variedad C90-530, en suelo Sialitizado cálcico para evaluar la eficacia de herbicidas preemergentes en el cultivo de la caña de azúcar, el área en el momento del montaje no se observó presencia de malezas. Se realizaron evaluaciones a los 30, 60, 90, 120, y 150 días después de la aplicación y se evaluaron porcentaje de cobertura de malezas, número de tallos, número de hijos, altura y grosor de los tallos y fitotoxicidad en la caña, se observó buen control para los tratamientos Merlin, Mayoral y Merlin Total con 90, 100 y 110 días limpios respectivamente, sin efecto fitotóxico frente a la variedad empleada.
PALABRAS CLAVE: Eficacia, malezas, herbicida, preemergentes**.**

ABSTRACT

He is carried out a study in the CPA Sabino Pupo belonging to the UEB Paquito Rosebushes in Santiago from Cuba in February 2015 (4 days after the crop), with backpacks and a final solution of 201 L/ha, on sprout's stump IV, variety C90-530, in floor calcic Sialitizado to evaluate the effectiveness of herbicides preemergentes in the cultivation of the cane of sugar, the area in the moment of the assembly presence of overgrowths was not observed. They were carried out evaluations at the 30, 60, 90, 120, and 150 days after the application and they were evaluated percentage of covering of overgrowths, number of shafts, children's number, height and grosor of the shafts, fitotoxicidad in the cane and agricultural yield and good control was observed for the treatments Merlin, Mayoral and Merlin Total with 90, 100 and 110 clean days respectively, without effect fitotóxico in front of the used variety.
WORDS KEY: Effectiveness, overgrowths, herbicide, preemergentes.

INTRODUCCIÓN

La hierba, año por año, nos roba más de dos millones de toneladas de azúcar de las que potencialmente podemos obtener; por tal razón, no podemos descuidar el control de ésta a tiempo y en la medida necesaria (Álvarez, 1997). Controlar las malezas en pre-emergencia resulta evidentemente una acción sabia, eficiente y económica que el mundo moderno emplea con el fin de disminuir los costos del cultivo e incrementar la producción azucarera (Díaz y *col*., 2005).

El objetivo es evaluar la eficacia herbicida contra diversas especies de malezas y la tolerancia de la caña de azúcar ante los herbicidas Merlin Total, Merlin de Bayer Cropscience y Mayoral de M.A., en retoño en seco

MATERIALES Y MÉTODOS

El tratamiento se montó en la CPA Sabino Pupo perteneciente a la UEB Paquito Rosales del Municipio San Luís de la Provincia Santiago de Cuba en el bloque 156, campo 2, en un área de 0,144 ha en febrero del 2015 (4 días después de la cosecha), la técnica de aplicación empleada con mochilas y boquillas flood-jet DT-3.0 y una solución final de 201 L/ha, sobre una cepa de retoño IV, variedad C90-530, en un suelo Sialitizado cálcico para evaluar la eficacia de herbicidas preemergentes en el cultivo de la caña de azúcar.

Las malezas predominantes en el área de estudio se muestran en la tabla I. En el momento del montaje no se observó presencia de malezas.

Tabla I. Malezas predominantes.

No.	Nombre científico	Nombre común
1	*Dichanthium annulatum*	Pelo de burro
2	*Ipomoea trifida*	Bejuco aguinaldo
3	*Rhynchosia minima*	Bejuco culebra
4	*Sida acuta*	Malva de caballo
5	*Rottboellia cochinchinensis*	Zancaraña

El montaje se realizó con un diseño de bloque al azar (como se muestra en el croquis) con cuatro réplicas y cuatro tratamientos (tabla II).

Croquis del experimento

Tabla II. Tratamientos empelados.

No.	Producto comercial	Kg o L/Ha p.c
1	Testigo absoluto	-
2	Mayoral	0,500
3	Merlin	0,230
4	Merlin Total	0,250

Los chequeos se realizaron a los 30, 60, 90, 120, y 150 días después de la aplicación (dda) y se evaluaron el porcentaje de cobertura de malezas, número de tallos, número de hijos, altura y grosor de los tallos, fitotoxicidad en la caña (escala 1-9 EWRS, sintomatología) y rendimiento agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla III muestra las variables evaluadas por tratamientos y se observa los mejores resultados para las variables número de tallos y número de hijos en el tratamiento de Mayoral además de haber controlado mejor las malezas al presentar menor porcentaje de cobertura; el tratamiento de Merlin Total presentó el mejor valor para altura del tallo y grosor de los tallos junto con el Mayoral.

Tabla III. Evaluación de las variables por tratamientos.

	1	2	3	4
Aspectos evaluados	**Testigo**	**Mayoral**	**Merlin**	**Merlin Total**
% de cobertura de malezas	11,0	2,1	3,1	2,6
Números de tallos	60	70	61	69
Números de hijos	51	62	55	61
Altura de los tallos	104	158	156	160
Grosor de los tallos	9	14	13	14

En el tratamiento del Merlin, comenzó la brotación de las malezas (reventazón) a los 90 dda, fundamentalmente los bejucos aguinaldo y culebra, Zancaraña y Pelo de Burro(Andropogum).

En las parcelas tratadas con Mayoral y Merlin Total, se mantuvo limpia el área hasta los 120 dda esas mismas malezas, además yerba fina, malvas y súrbana al igual en los otros tratamientos.

CONCLUSIONES

1. Los tratamientos empleados Merlin, Mayoral y Merlin Total mantuvieron 90, 100 y 110 días limpios respectivamente.
2. No se observó efecto fitotóxico frente a la variedad C90-530.

REFERENCIAS

1. Álvarez, A. (1997). La atención a los retoños es determinante, *En* Revista Cañaveral. Vol, 3. No. 4. Octubre-Diciembre. ISSN: 1026-0781.
2. Díaz, J. C. y colaboradores. (2005). Manejo integrado de malezas en cultivos económicos principales.

EFECTIVIDAD DEL INGREDIENTE ACTIVO PENOXSULAM 10 g i.a/l + CYHALOFOP BUTYL 50 gi.a/l (AGRESOR PLUS OD 6) EN EL CONTROL DE ESPECIES DE MALEZAS INVASORAS EN ARROZ DE RIEGO

EFFECTIVENESS OF THE ACTIVE INGREDIENT PENOXSULAM 10 g i.a/l + CYHALOFOP BUTYL 50 gi.a/l (AGRESOR PLUS OD 6) IN THE CONTROL OF IVADER WEEDS SPECIES IN IRRIGATED RICE

Luis E. Rivero Landeiro[1], Jorge García de la Osa[2], Gerardo Pérez Regueiro[1], Marisol Delgado Jimenez[1], Damian González León[1], Manuel González Rigo[2].

[1] Instituto de Investigaciones de Granos
[2] Estación Territorial de Granos Sur del Jíbaro.
vpuldonpadron@gmail.com>

Resumen
El ensayo se realizó en condiciones de parcelas de campo del Instituto de Investigaciones de Granos, en parcelas de 4,95 m^2, con diseño de bloques al azar y 3 réplicas por tratamiento. La población de arvenses antes de las aplicaciones llegan a alcanzar densidades de más de 100 plantas. m^{-1}. Las aplicaciones de Agresor Plus OD 60 (penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofop butyl 50 g i.a/l) alcanzaron porcentajes de erradicación de malezas muy satisfactorios, especialmente gramíneas y cyperáceas, excepto *Cyperus esculentus* L. Algunas especies de hojas anchas no parecen susceptibles a la mezcla de penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l. El formulado garantizó una alta efectividad de control de arvenses gramíneas a las dosis estudiadas (0.03 – 0.048 kg i.a . ha^{-1}), (0.5 – 0.80 kg pc . ha^{-1}). No se observó crecimiento de *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV en el área del ensayo, lo que sugiere un efectivo control.
Palabras claves: penoxsulam + cyhalofop butyl, malezas, herbicidas

Abstract
The experiment was carried out in field plot conditions at Grain Research Institute in plot of 4, 95 m^2 in e randomized block design with 3 replications for treatment. Population of arvenses before applications reached densities of more than 100 plant in square meters The applications of Agresor Plus OD 6 (penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofop butyl 50 g i.a/l) got percentages of control very satisfactory, especially against grass and sedges, except *Cyperus esculentus* L. Some broad leaves seems not be susceptible to the mixture of penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l. This formulate guarantee a high efficacy in the control of grass weeds to the evaluated doses (0.03 – 0.048 kg a.i . ha^{-1}), (0.5 – 0.80 kg cp . ha^{-1}). Was not observed growth of *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV in the area of the assay and it suggest an effective control
Key words. penoxsulam + cyhalofop butyl, weeds, herbicides.

Introducción

Las malezas son tan viejas como la propia agricultura y desde sus inicios, los campesinos se dieron cuenta de la interferencia que causaban con la productividad de los cultivos, lo cual los guió a la evolución de sistemas de manejo de malezas. De acuerdo con WARDA, 1994 las especies invasoras constituyen la principal limitante para el rendimiento del arroz, siendo la reducción mayor en arroz de siembra directa que en trasplante (Rao, *et al*, 2007). Ramzan (2003) reportó una reducción del rendimiento de hasta 48, 53 y 74 % en arroz trasplantado, en arroz de siembra directa inundado y en arroz de siembra directa de secano favorecido, respectivamente. Muchos autores coinciden en que el control químico es la más efectiva, económica y práctica manera de manejo de malezas (Marwat *et al*., 2006; Hussain et al., 2008; Anwar *et al*., 2012). Pero el uso intensivo de herbicidas puede resultar en el desarrollo de resistencia de biotipos de arvenses (Heap, 2006), fitotoxicidad en los cultivos (Begum *et al*., 2008) y amenazas a la salud pública (Phuong *et al*., 2005).

Cyhalofop butyl actúa como inhibidor de la inhibición del la acetil CoA carboxilasa (ACCase) (Juraimi *et al 2009).* Es un herbicida sistémico que se acumula en las regiones meristemáticas. Las plantas gramíneas cesan su crecimiento inmediatamente después del tratamiento, con regiones amarillas entre 2-3 días a una semana después, dando lugar a necrosis y muerte total de la planta en el lapso de 2 – 3 semanas. Es usado para el control post emergente de malezas en arroz. (BCPC. 2012). La dosis de aplicación es entre 75 – 100 g pc/ha en zonas tropicales y entre 180 - 310 g pc/ha en zonas templadas. Es compatible con sulfonilureas (inhibidores de la enzima ALS). No controla la mayoría de malezas de hojas anchas y cyperáceas.
Penoxsulan es un herbicida de acción pre y post emergente que actúa como un inhibidor de la cadena de aminoácidos (leucina, isoleucina y valina). Proporciona control de Echinochloa spp, así como muchas malezas de hojas anchas, cyperáceas y plantas acuáticas (tales como Alisma plantago –aquatica, Ammania coccínea, Cyperus difformis y Scirpus mucronatus) en arroz y provee control residual de malezas dependiendo del tipo de suelo y la dosis empleada. En arroz tropical la dosis es de 10-15 g pc/ha y en climas templados de 20-50 g pc/ha.

Materiales y Métodos

El ensayo con Agresor Plus OD 6 se realizó en condiciones de parcelas de campo del Instituto de Investigaciones de Granos, en la campaña seca del 2015. El área neta de las parcelas fue de 1.65 x 3.0 m (4,95 m^2). Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 réplicas para cada tratamiento según la metodología propuesta por Gómez y Kawanchai (1986). Las malezas predominantes fueron: *Echinochloa colona* L. LINK, *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV,*Cyperus esculentus*L, *Cyperus difformis*L, Vigna vexillata HARV./ ENTH. / A RICH, *Aeschynomene americana* L, *Hetherantera limosa* (SW.), ILLD./VAHL *Ludwigia suffructicosa (*L.) HALT./ GOMEZ/HARA, *Commelina diffusa* BURN, *Malachra alceifolia* JACQ., *Caperonia palustris* ST. HIL, *Sesbania rostrata* BREM y *Sphenochlea zeylanica* (L).
Las aplicaciones se realizaron en post emergencia temprana, con estado de desarrollo de las malezas 1- 2 hojas. Las aplicaciones se realizaron con un aspersor manual modelo Gilbert a presión de 3 bar, boquilla 8002 E y solución final de 400 l/ha. La siembra se realizó en suelo fangueado con la variedad de arroz Selección 2, de ciclo corto, sembrada de forma directa a voleo, con semilla pregerminada y norma de siembra de 120 Kg. /ha. Las atenciones culturales se realizaron según las normas técnicas vigentes para el cultivo en el Instructivo técnico (2014). Se cuantificó el número de malezas cyperáceas, antes de la aplicación (AA) y a los 10, y 20 días después de la aplicación (DDA) utilizándose un marco fijo de 0.25 m^2 en cada réplica y tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos de Agresor Plus OD 6 (penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l) empleados en el ensayo.

Tratamientos	Dosis (kg i.a. ha^{-1})	Dosis L pc.ha^{-1}	Momentos
Agresor Plus OD 6	0.030	0.50	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.033	0.55	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.036	0.60	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.039	0.65	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.042	0.70	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.045	0.75	1 - 3 hojas
Agresor Plus OD 6	0.048	0.80	1 - 3 hojas

Resultados

La figura 1 muestra la población de arvenses en las parcelas del ensayo, antes de las aplicaciones y puede notarse que predominan las especies de hojas anchas, que llegan a alcanzar densidades de más de 100 plantas. m^{-1} en algunos tratamientos. El estado de desarrollo de las arvenses al momento de la aplicación fue de 1 – 3 hojas, de manera que los tratamientos herbicidas se realizaron en post emergencia temprana.

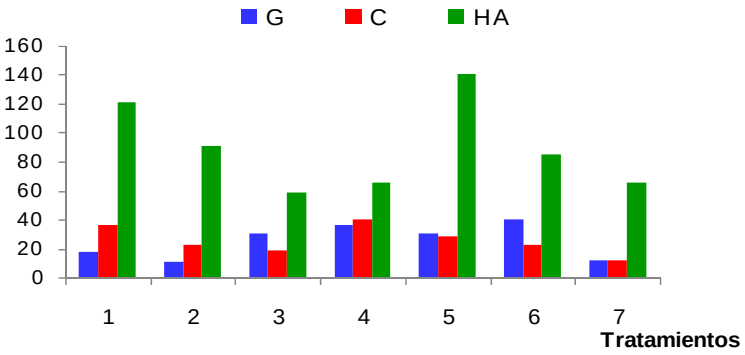
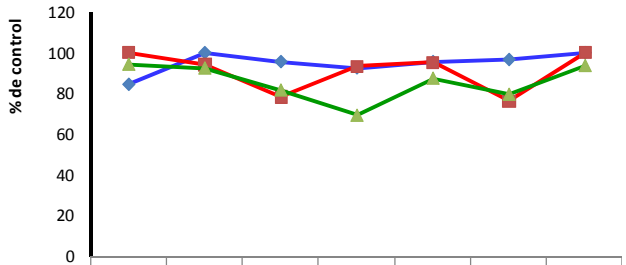


Figura 1. Población de arvenses de los grupos gramíneas, cyperáceas y hojas anchas antes de la aplicación (IIGranos, 2015).

A los 10 días posteriores a las aplicaciones de Agresor Plus OD 60 (penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l) se alcanzaron porcentajes de erradicación de malezas muy satisfactorios, especialmente gramíneas y cyperáceas (Figura 2). Aunque se observó un buen control de algunas hojas anchas, algunas especies no parecen susceptibles a la mezcla de penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l, específicamente *Aeschynomene americana* L, *Ludwigia suffructicosa (*L.) HALT./ GOMEZ/HARA,*Malachra alceifolia* JACQ., *Caperonia palustris* ST. HIL y *Sphenochlea zeylanica* (L), si bien su presencia no era alta en los tratamientos. De las especies mencionadas, la de mayor presencia fue *Caperonia palustris* ST. HIL. Este comportamiento se mantuvo durante todo el período del ensayo y sugiere que las especies no son controladas o que germinaron posteriormente a las aplicaciones.



	1	2	3	4	5	6	7
% de Control 10 DDA G	85	100	96	93	96	97	100
% de Control 10 DDA C	100	94	79	93	95	76	100
% de Control 10 DDA HA	95	93	82	69	88	80	94

Figura 2, Porcentaje de control de malezas con Agresor Plus a los 10 días de la aplicación (IIGranos, 2015)

En las gramíneas se alcanzaron valores de inhibición superiores a 95 %, excepto en el tratamiento 1 (0.50 g pc. Ha^{-1}). Destaca el hecho de que en parcelas adyacentes hubo una fuerte infestación de *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV que no se observó en ninguno de los tratamientos en los que se aplicó Agresor Plus OD 6, aspecto que debe ser evaluado en posteriores ensayos pues pudiera ser una alternativa novedosa de control de esta especie que constituye un serio problema en las áreas arroceras del país. El efecto sobre cyperáceas se considera positivo, aunque en las parcelas donde se observó presencia de *Cyperus esculentus* L no fue controlada.

La Figura 3 permite apreciar la efectividad de los tratamientos de Agresor Plus OD 6 a los 20 días de efectuada la aplicación. Mantiene una alto efecto inhibitorio de arvenses gramíneas, especialmente *Echinochloa colona* (L) LINK. Se observó una similar tendencia de comportamiento en hojas anchas y cyperáceas a la observada en la evaluación realizada a los 10 días de la aplicación pues los porcentajes de control se mantienen en el orden de 85 – 90 %. En la evaluación a los 20 días no se apreciaron plantas de la

especie *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV, lo que puede ser un indicador de eficiencia de control y debe ser especialmente valorado en nuevos ensayos.
La germinación de plantas arvenses días después de las aplicaciones no se corresponde con lo reportado por el Manuel de Plaguicidas de British Crop Production Council, 2012 que plantea efecto residual en dependencia del tipo de suelo y dosis empleada, excepto en gramíneas, porque en lo que respecta a hojas anchas si hubo germinaciones posteriores. Puede que la alternancia de riegos para facilitar las evaluaciones haya tenido una determinada influencia pero en ningún caso el suelo estuvo seco, de manera que no debe haberse afectado el efecto residual.

Conclusiones

1. La mezcla formulada penoxsulam 10 g i.a/l + cyhalofopbutyl 50 g i.a/l garantizó una alta efectividad de control de arvenses gramíneas a las dosis estudiadas **(0.03 – 0.048 kg i.a . ha^{-1}), (0.5 – 0.80 kg pc . ha^{-1}).**
2. Los porcentajes de inhibición de malezas cyperáceas fueron satisfactorios (superiores al 85 %), excepto *Cyperus esculentus* L
3. El control de dicotiledóneas fue disminuyendo desde los 10 DDA hasta los 20 DDA, con valores entre 65 y 90 %. No se observó buen control en las especies de hojas anchas *Aeschynomene americana* L, *Ludwigia suffructicosa (*L.) HALT./ GOMEZ/HARA, *Malachra alceifolia* JACQ., *Caperonia palustris* ST. HIL y *Sphenochlea zeylanica* (L).
4. No se observó crecimiento de *Diplachne fascicularis* (LAM) P.BEAUV en el área del ensayo, lo que sugiere un efectivo control.

Referencias

1. Anwar MP, Juraimi AS, Puteh A, Man A, Rahman MM (2012) Efficacy, phytotoxicity and economics of different herbicides in aerobic rice. Acta Agric Scandin. 62:604-615
2. Anónimo (2014). Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. IIGranos – GAIG -MINAGRI.
3. Begum M, Juraimi AS, Omar SRS, Rajan,A,. Azmi M (2008). Effect of herbicides for the control of Fimbristylis miliacea (L.) Vahl. in Rice. Agron 7(3):251-257
4. British Crop Production Council 2012. Editor C. MacBean. Sixteenth Edition.1439 p.
5. Gomez, A. Kwanchai and A.A. Gómez (1994): Statistical procedures for agriculture research. Sec. Edition John Wiley and Songs 680 pp.
6. Heap I (2006) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: http://www.weedscience. com
7. Hussain S, Ramzan M, Akhter M, Aslam M (2008) Weed management in direct seeded rice. J Anim Plant Sci. 18(2-3):86-88
8. Juraimi AS, Najib MYM, Begum M, Anuar AR, Man A, Puteh A (2009) Critical period of weed competition in direct seeded rice under saturated and flooded conditions. Pertanika J Trop Agric Sci. 32(2):305-316
9. Marwat KB, Saeed M, Gul B, Hussain Z (2006) Performance of different herbicides in wheat (Triticumaestivum L.) under rainfed conditions of Kohat, Pak J Weed Sci Res. 12(3):163-168
10. Phuong LT, Denich M, Vlek PLG, Balasubramanian V (2005) Suppressing weeds in direct seeded lowland rice: effects of methods and rates of seeding. J Agron Crop Sci.191: 185-194
11. Ramzan M (2003) Evaluation of various planting methods in rice-wheat cropping systems, Punjab, Pakistan.Rice Crop Report 2003-2004.p. 4-5
12. Rao AN, Johnson DE, Sivaprasad B, Ladha JK, Mortimer AM (2007) Weed management in direct seeded rice. AdvAgron. 93: 153-255
13. WARDA (West Africa Rice Development Association) (1996) Annual Report for 1995. West Africa Rice. Development Association, Bouake, Cote d'Ivoire

EFECTO DE VARIAS PRÁCTICAS DE MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS EN MAÍZ (*Zea mays,* L) EN LA UBPC HUERTO SANTIAGO 2.

EFFECT OF SEVERAL PRACTICES OF INTEGRATED MANAGEMENT OF UNDERBRUSHES IN CORN IN THE UBPC HUERTO SANTIAGO 2

Autores: Rizo, M,; Vuelta, D.R.; Molina, L.B.; c. Bell, T. D.

Email: miriela@uo.edu.cu
Institución: Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

RESUMEN
Se realizó un estudio en la UBPC Huerto Santiago 2 con el objetivo de evaluar diferentes controles de malezas en el cultivo de maíz. La experiencia se ejecutó en un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y tres replicas. Los resultados muestran diferencias estadísticas significativas, en los tratamientos pase de cultivador 12 DDS más aporque 25 DDS más desyerbe 37 DDS y desyerbe 20 DDS más pase de cultivador 35 DDS se alcanzaron rendimientos promedios de 3.5 y 3.4 t/ha, respectivamente, siendo iguales estadísticamente al tratamiento "siempre limpio" con un rendimiento promedio de 3.3 t/ha, presentando diferencias estadísticas significativas con desyerbe a los 15 DDS más pase de cultivador 35 DDS más chapea 60 DDS, pase de cultivador 12 DDS, más pase de cultivador 25 DDS más chapea 60 DDS y aplicación de herbicida 25 DDS más pase cultivador 30 DDS más chapea 60 DDS, los cuales arrojaron rendimientos 2.3, 2.1 y 2 t/ha, respectivamente. El testigo "siempre enmalezado" fue donde se registró el rendimiento promedio más bajo, con 1.4 t/ha.
Palabras claves: Malezas, Maíz.

ABSTRACT
A study in the UBPC Huerto Santiago 2 accomplished for the sake of evaluating different controls of underbrushes in the cultivation of corn itself. Experience was executed in a design of complete blocks at random, with seven treatments and three replies. The results evidence statistical significant differences, in the treatments pass of cultivator 12 DDS more earth up 25 DDS more weed 37 DDS and weed 20 DDS 35 DDS caught up with average yields of 3,5 and 3,4 themselves plus cultivator's pass the t is, respectively, being equal statistically to the always clean treatment with an average yield of 3,3 the t is, presenting statistical significant differences with weed more cultivator's pass to the 15 DDS 35 DDS more, veneer 60 DDS, cultivator's pass 12 DDS, plus pass of cultivator 25 DDS more, veneer 60 DDS and application form of herbicide 25 DDS plus pass Cultivator 30 DDS more you veneer 60 DDS, which threw performances 2,3, 2,1 and 2 the t is, respectively. The witness always underbrushwas where the t registered the lowermost average yield itself, with 1,4 t/ha.
Key words: underbrushes, corn.

INTRODUCCION

Las malezas disminuyen considerablemente los rendimientos en la producción de maíz, pues cuando el cultivo necesita crecer y acumular alimentos para los procesos de floración y fructificación, es cuando las malezas más afectan al cultivo, debido a la competencia con este por luz, humedad, espacio y nutrimento (Otero, 2014).

Es necesario aumentar la producción y productividad de este importante rubro y mejorando los factores que más afectan o disminuyen los rendimientos, tales como: preparación de terreno, semilla de calidad, fertilización y control fitosanitario integrado que incluya una manejo adecuado de malezas, insectos y enfermedades. (Bera, 2010)

Existen varios factores que afectan al cultivo tales como: incidencia de malezas, el alto costo de mano de obra, la baja producción y productividad, exigen la realización de trabajos de investigación, tendentes a buscar alternativas que permitan incrementar la producción y productividad, así como a un menor costo.

(SEA. 2004)

El objetivo de este trabajo es evaluar diferentes prácticas y métodos de control en el cultivo de maíz en la UBPC Huerto Santiago 2

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en la UBPC Huerto Santiago 2 ubicada en la carretera de Siboney, municipio Santiago de Cuba y provincia Santiago de Cuba. La variedad utilizada fue Tusón.

El experimento se instaló mediante la utilización de un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones y siete tratamientos. Cada parcela fue considerada como una unidad experimental, conformada de cinco surcos de 10 m, un marco de plantación de 0.75 m entre hileras y 0.50 m entre plantas, para una densidad de 26,666.67 planta/ha y un área total de 1,338 m^2. El área útil de la unidad experimental fue de 25.25 m^2.

Los tratamientos se describen a continuación:

T1 = Pase cultivador 12 días después de la siembra (DDS) + Pase cultivador 25 DDS + Chapea 60 DDS.
T2 = Pase cultivador 12 DDS + Pase de arado (aporque con arado) 25 DDS + Desyerbe 37 DDS
T3 = Desyerbe 20 DDS + Desyerbe 35 DDS
T4 = Aplicación herbicida 25 DDS + Pase de cultivador 30 DDS + Chapea 60 DDS
T5 = Desyerbe 15 DDS + Pase cultivador 35 DDS + Chapea 60 DDS
T6 = Testigo absoluto (siempre enmalezado)
T7 = Testigo mecánico (siempre limpio)

Para fines de análisis estadístico, se tomaron en cuenta: el rendimiento de grano seco en kg/ha, rendimiento en tusa (kg/ha), número de hileras/mazorca y peso de 100 granos. Se utilizó la variedad Francés Largo, la cual presenta características de alto rendimiento, porte alto, tusa fina, tolerancia a sequía. Además es la que más se cultiva en la zona, por su aceptación en el mercado.

La preparación de terreno se hizo con tractor y las labores realizadas incluyeron corte, cruce, gradeo y surcado, seguido de un riego pre-siembra; se sembró el 30 de abril de 2016. El sistema de riego empleado fue con aspersores, regando a intervalo de 6 a 8 días, hasta completar ocho riegos. Se utilizaron 100 kg/ha de nitrógeno, usando como fuente Urea y aplicándolo a los 30 días después de la siembra de forma manual en banda e incorporado al suelo.

Se realizaron tres aspersiones de insecticidas a base de Metamidofos (0.8 lt/ha), para el control de la palomilla (***Spodoptera frugiperda***). En tanto que para el control de enfermedades se usó Mancozeb (1 kg/ha). Estas aplicaciones fueron hechas con mochilas.

Se cosechó el 1 de septiembre de 2016, tomando las tres hileras centrales y dejando 0.50 m en cada extremo, para proceder a efectuar las mediciones correspondientes a las diferentes variables en estudio. A los resultados se les aplicó el análisis de varianza (ANOVA) al 5 % de significación, las medias de los tratamientos fueron sometidos a la prueba de Duncan ($p<0.05$) para comparar las medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante la fase experimental del cultivo, el tratamiento T6 (testigo absoluto: siempre enmalezado), presentó mayor susceptibilidad al acamado, mazorcas pequeñas y número de hileras por mazorca reducido, en tanto que el T4 mostró una elongación de los entrenudos y mazorcas pequeñas. El T7 registró el mejor desarrollo fisiológico, seguido por T2 y T3. El T2 (pase cultivador 12 DDS + aporqué 25 DDS + desyerbe 37 DDS) presentó el mejor comportamiento con relación al testigo mecánico. El T6 alcanzó la fase de

maduración más tarde que los demás y fue seguido por el T4. El tratamiento T7 fue mayor que T2 y T3 con valores de 8.25 % y 8.8 %, respectivamente, pero no hubo diferencias estadísticas significativas entre ellos.

El análisis realizado muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamiento T5, T1, T4 y T6, en cuanto a rendimiento. Los tratamientos T7, T2 y T3, fueron los que mejor se comportaron, ya que alcanzaron rendimientos promedio de 4,965.61, 4,589.30 y 4,563.96 kg/ha, respectivamente (Tabla 1), superando a la vez T5, T1, T4 y T6, con rendimientos promedio inferiores de 3,348.15, 3,153.91, 2,801.65 y 2,261.73 kg/ha, respectivamente.

También hubo diferencia significativa al 5% con respecto en el rendimiento en tusa, donde los tratamientos T7, T2 y T3 con rendimiento de 5,577, 5,221 y 5,049 kg/ha, respectivamente, los cuales superaron a T5, T1, T4 y T6 con rendimientos de 3,911, 3,613, 3,595 y 2,571 kg/ha, respectivamente.

En cuanto al número de hileras por mazorca, los resultados indican que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el testigo absoluto el que menor número de hilera por mazorca presentó (12.7). De igual forma se comportó la variable peso cien de granos. (Tabla 1).

CONCLUSIONES

La susceptibilidad al acamado, mazorcas pequeñas y el bajo promedio de hileras/mazorca del T6 (testigo absoluto: siempre enmalezado), se debió a la presencia de malezas, las cuales probablemente compitieron con el cultivo, en cuanto a luz, espacio, nutrientes, etc.

La elongación de los entrenudos, mazorcas pequeñas y en consecuencia bajo rendimiento del T4 (aplicación de herbicida + desyerbe + chapeo), fue el resultado de una mayor competencia de las malezas, en los primeros 35 días de crecimiento y desarrollo del cultivo a la incidencia de una población de gramíneas al momento de la aplicación del herbicida. (Navarro, 1997), señala que las malezas compiten con el maíz durante su crecimiento, siendo el control químico un método efectivo en su manejo, siempre que se realice en una etapa temprana del establecimiento del cultivo.

Las evaluaciones a los tratamientos, tomando en cuenta algunas de las características agronómicas de la variedad permite concluir que los resultados obtenidos son confiables. El tratamiento que mejor comportamiento presentó, con relación al testigo mecánico (siempre limpio), fue el T2 (pase de cultivador 12 DDS + aporque 25 DDS + desyerbe 37 DDS), en cuanto a tamaño de la planta, longitud de la mazorca, grosor del tallo, mayor área foliar, color verde más intenso, entre otras características agronómicas del cultivo.

Se recomienda hacer desyerbe semi-mecanizados, con el pase de cultivador 12 DDS + un aporque (arado) 25 DDS + desyerbe 37 DDS, en todas las áreas productoras de maíz de la zona, ya que estos métodos permiten rendimientos más altos en grano, color, tamaño y gran cantidad de materia seca. Además el costo de producción del cultivo de maíz, se reduce significativamente mediante su uso.
La producción debe ser en zonas con una adecuada preparación de terreno, buen manejo de agua y fertilización.

Tabla 1. Rendimientos Promedio en kg/ha.

TRATAMIENTO	PESO 100 GRANOS (g)	PESO EN TUSA(kg/ha)	PESO GRANO(kg/ha)
Testigo mecánico (siempre limpio)	24.79	5,577.0	4,964.61
Pase de cultivador 2 DDS + aporque 25 DDS + desyerbe 37 DDS	24.50	5,221.0	4,589.30
Desyerbe 20 DDS+ desyerbe35 DDS	24.43	5,049.0	4,562.97
Desyerbe 15 DDS + pase cultivador 35 DDS + chapea 60 DDS	24.65	3,911.0	3,348.15
Pase cultivador 12 DDS +pase cultivador 25 DDS +chapea 60 DDS	25.07	3 ,613.0	3,153.91
Aplicación herbicida 25 DDS + pase cultivador 30 DDS + chapea 60 DDS	25.29	3,595.0	2,801.65
Testigo absoluto (siempre enmalezado)	24.53	2,571.0	2,261.73

BIBLIOGRAFÍA

BERA, M., 2010. Agropecuaria Nacional. Reto Ante el Nuevo Orden Internacional. República Dominicana. P.76.

OTERO, L. 2014, Evaluaciones de Variedad de Maíz UNPHU 301C y Efecto del Control Manual de Maleza en la Estación Experimental del Peñón. Tesis de Grado.

NAVARRO, F. 2007, Guía Técnica Sobre el Cultivo de Maíz, Programa de Maíz DIA/SEA, San Cristóbal, Pág. 34 – 35.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, SEA. 2004. Estudio de Suelo del Valle de San Juan de la Maguana. Clasificación y Aptitud para el Uso y Manejo. Sto. Dgo., Rep. Dom.

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DE GLIFOSATO EN LA PREPARACIÓN DE SUELO PARA LA SIEMBRA

CONSIDERATIONS ABOUT THE USE OF GLIFOSATE IN SOIL PREPARATION FOR PLANTING

Arelis Rodríguez Martínez, Lázaro Pardo, Eulalio Farías Ramírez y Rafael Zuaznábar
INICA-ETICA Mayabeque-Artemisa
*arelis.rodriguezetica@inicamy.azcuba.cu

RESUMEN

En Cuba actualmente se realizan aplicaciones de glifosato en áreas donde se prepara el suelo para la reposición de la caña de azúcar, tierras vacías y en zonas de buldoceo donde existe infestación de malezas perennes y leñosas. Para evaluar la eficacia de tratamientos con Glifosato a 5 L ha^{-1} solo y en mezcla con 1.5 L ha^{-1} de 2,4-D éster se estableció un estudio en un área vacía de la Estación Experimental de Mayabeque, con infestación de Sorghum halepense, Cynodon dactylon, Vigna vexillata y Rhynchosia mínima, donde se demostró que el tratamiento de la mezcla de estos productos alcanzó una mayor eficacia en el control de las malezas, principalmente de las especies dicotiledóneas, por lo que se recomienda su empleo siempre que haya presencia de las mismas, lo que ratifica la poca eficacia del glifosato solo en el control de especies de hoja ancha.

Palabras claves: Glifosato, eficacia, control de malezas

ABSTRACT

Cuba currently glyphosate applications are made in areas where prepares the ground for the replacement of sugar cane, empty lands in areas of buldoceo where there is perennial and woody weed infestation. To assess the effectiveness of treatments with glyphosate to 5 L ha^{-1} single and mixed with 1.5 L ha^{-1} of 2, 4-D ester was a study in an empty area of the Experimental Station of Mayabeque, with infestation of *Sorghum halepense, Cynodon dactylon, Vigna vexillata and Rhynchosia minimum*, where it was shown that the treatment of the mixture of these products reached a greater efficiency in the control of weeds mainly of dicotyledonous species, so its use is recommended whenever you have presence, which ratifies the low effectiveness of glyphosate only in the control of broadleaf species.

KEY WORDS: Glyphosate, efficacy, weed control.

INTRODUCCIÓN

Su nombre químico es: sal isopropilamina de N- (fosfonometil)-glicina que se comercia internacionalmente con diferentes nombres como (Glifosato, Glitex, Gliphosato, Gliposate, Round up, Touchdown, Líder, Faena, Candela y Fuete entre otros). Fue introducido comercialmente por Monsanto y actualmentees un producto genérico producido por muchos fabricantes y formuladores de herbicidas en el mundo, donde es utilizado ampliamente, en la siembra directa, labranza mínima, como madurador en caña de azúcar y en cultivos transgénicos que han sido modificados genéticamente para ser tolerantes a la aplicación del mismo.

Es un herbicida sistémico, no selectivo, usado en aplicaciones de post emergencia, en pre siembra de la caña durante la preparación convencional del suelo o como parte del laboreo mínimo, así como en canales de riego y drenaje. Ejerce control efectivo sobre la gran mayoría de especies de malezas monocotiledóneas y es

menos efectivo sobre las dicotiledóneas, pero es más importante su efecto sobre especies perennes como Sorghum halepense, Cynodon dactylon, Panicum maximum, Brachiaria mutica Dichanthium annulatum y otras.

Para evaluar la eficacia del mismo se estableció un estudio en la Estación Experimental de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Mayabeque,aplicándolo solo y en mezcla con 2-4 D éster isoooctilico

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en entre los meses de junio y julio de 2016 en un suelo Ferralsol de la Estación Experimental de Mayabeque, en un área vacía (sin caña), donde las malezas predominantes en orden de importancia fueron *Sorghum halepense, Cynodon dactylon, Vigna vexillata y Rhynchosia mínima,* con una altura entre 40 y 60 cm.

La aplicación de los herbicidas se realizó con asperjadora de espalda Matabi de 16 L de capacidad provista de boquillas Flodjeet y una solución final calibrada de 150 L ha^{-1}. Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con 5 repeticiones en parcelas de 7.5 m de largo por 6.4 m de ancho para un área de 48 m^2.

Se realizaron evaluaciones de control de las malezas utilizando la escala de ALAM, 1974 a los 15, 30 y 45 días posteriores a la aplicación

Tabla 1 Escala de Evaluación de Porcentaje de Malezas. ALAM 1974

Índice	**Grado de Control**
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes.

1- Glifosato 5 L ha^{-1}

2- Glifosato 5 L ha^{-1} + 2,4-D éster 1.5 L ha^{-1}

Los resultados fueron evaluados estadísticamentemediante el paquete estadístico SPSS versión (15.00) y. para la comparación de los diferentes tratamientos se utilizó el test de DUNCAN (Lerch 1977).

Las precipitaciones previo a la aplicación y en los primeros días posteriores de realizada ésta fueron abundantes según las características de la época y durante el desarrollo del estudio fueron moderadas, con un acumulado de 367,5 mm en 45 días Tabla 2

Tabla 2 precipitaciones durante el periodo de evaluación

Meses	Quincena	Quincena
Junio	1-15	16-30
Precipitación (mm)	110	143
Julio	1-15	
Precipitación(mm)	114.5	**Total 367.5**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 15 días de la aplicación se aprecia que el tratamiento de Glifosato a 5 L ha^{-1} no logró controlar ninguna de las especies de malezas presentes y solo el *Sorghum y Cynodon* mostraban clorosis y necrosis en los bordes y puntas de las hojas, mientras que en las especies dicotiledóneas *Vigna y Rhynchosia* solo se apreciaba retención del crecimiento y deformaciones en las hojas; sin embargo con el tratamiento de la mezcla de Glifosato a 5 L ha^{-1} más 2,4-D éster a 1.5 L ha^{-1}resultó efectivo en el control de las especies dicotiledóneas lo que ratifica la eficacia de esta mezcla en el control de las mismas Tabla 3.

Tabla 3. Resultados porcentaje de control por especies a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación

Tratamientos	*Sorghum*	*Cynodon*	*Vigna*	*Rhynchosia*
Glifosato 5 L ha^{-1}	15	15	15	15
Glifosato 5 L ha^{-1} + 2,4-D éster 1.5 L ha^{-1}	15	15	90	90
Porcentaje de control por especies a los 30 días de la aplicación				
Glifosato 5 L ha^{-1}	95	95	0	0
Glifosato 5 L ha^{-1} + 2,4-D éster 1.5 L ha^{-1}	95	95	95	95
Porcentaje de control por especies a los 45 días de la aplicación				
Glifosato 5 L ha^{-1}	100	100	0	0
Glifosato 5 L ha^{-1} + 2,4-D éster 1.5 L ha^{-1}	100	100	100	100

Transcurridos 30 días de aplicación el tratamiento de Glifosato a 5 L ha^{-1} exhibía buen control sobre Sorghum y Cynodon lo que demuestra el efecto de este tratamiento sobre estas especies que se manifiesta después de un periodo de tiempo prudencial donde expresa su mayor efectividad, sin embargo las especies dicotiledóneas no mostraban los síntomas iníciales por el efecto del Glifosato y mantenían su desarrollo normal. El tratamiento 2 que incluía la mezcla de ambos productos mostraba un control eficiente de todas las especies presentes Tabla 3

La evaluación realizada a los 45 días resultó similar a la efectuada anteriormente con buen control de todas las especies con la mezcla y ningún efecto del Glifosato sobre *Vigna y Rhynchosia y* buen control sobre las monocotiledóneas Tabla 3. Resultados similares reportaron Zuaznabar y Álvarez (2016) con el uso de Glifosato en caña de azúcar en las recomendaciones de este herbicida solo y en mezcla en la preparación de suelo en áreas de drenaje deficiente y con infestación de malezas perennes

.CONCLUSIONES

El Glifosato aplicado solo a dosis de 5 L ha^{-1} no resultó efectivo a los 15 días después de la aplicación sobre las especies de malezas monocotiledóneas *Sorghum halepense y Cynodon dactylon* y las dicotiledóneas*Vigna vexillata y Rhynchosia mínima;* sin embargo en las evaluaciones realizadas a los 30 y 45 días alcanzó un control eficiente sobre las especies monocotiledóneas y mantuvo el mismo efecto errático sobre las dicotiledóneas.

La mezcla de Glifosato a dosis de5L ha^{-1} más 2,4-D éster a 1.5 L ha^{-1} tampoco mostró eficacia en el control de las especies*Sorghum halepense y Cynodon dactylon*a los 15 días posteriores a la aplicación, pero fue eficaz en el control de las especies dicotiledóneas*Vigna vexillata y Rhynchosia mínima.* En las evaluaciones realizadas a los 30 y 45 díasse alcanzó un control eficaz en todas las especies presente lo que ratifica el

efecto del glifosato después de los 30 días de aplicado solo y en mezcla con otros herbicidas, por lo que las evaluaciones deben realizarse después de transcurrido ese periodo de tiempo

En presencia de especies dicotiledóneas los tratamientos con glifosato deben mezclarse con 2,4-D éster para alcanzar un control eficiente de las mismas y contribuir a que la preparación de suelo se realice libre de malezas favoreciendo la calidad de esta labor

REFERENCIAS

1- ALAM (1974). Resumen del panel sobre métodos de control de malezas en Latinoamérica. **II Congreso ALAM, 1: 1–48.**

2- Lerch, G (1977). *La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícola.* La Habana: Editorial revolucionaria.

3- Algunas consideraciones sobre el uso correcto del Glifosato en la siembra de caña de azúcar. Rafael Zuaznabar y Armando Álvarez (2016). Documento del Grupo Nacional de caña para el Grupo Empresarial Azcuba sobre el uso correcto del Glifosato en la preparación de suelos de mal drenaje con malezas establecidas. 9 páginas

EFICACIA HERBICIDA Y SELECTIVIDAD A LA CAÑA DE AZÚCAR DEL NUEVO HERBICIDA ALION PRO SC 51.75 (*metribuzín + indaziflam*)

HERBICIDE EFFECTIVENESS AND SELECTIVITY OVER SUGARCANE OF THE NEW HERBICIDE ALION PRO SC 51-75 (METRIBUZIN + INDAZFLAM)

Rodríguez, L.[1], Zayas, E.[3], Rodríguez, I.[2], La Rosa, Lourdes. [2] y Cruz, M.[4]

[1]INICA, *lorenzo@inica.azcuba.cu
[2]GESA Tunas,
[3]BAYERCRPSCIENCE,
[4]Emp. Azucarera Tunas

RESUMEN

Se desarrolló un ensayo en áreas del bloque experimental del grupo de extensión y servicio de Las Tunas, para evaluar la eficacia postpre-emergente del Alion Pro SC 51.75 (*metribuzín + indaziflam)*, en un suelo Pardo plastogénico, con humedad, la cepa de caña planta del cultivar C86-12 plantado en frio, los tratamientos de herbicida se aplicaron inmediatamente después de plantada la caña, las especies de malezas presentaban una postemergencia ligera, siendo las fundamentales *Rottboellia cochinchinensis, Euphorbia heterophylla, Rhynchosia minima, Croton argenteus, Digitaria adscendens, Chamaesyce hyssopifolia, Leptochloa panicea, Echinochloa colona, Dichanthium annulatus* e *Ipomoeas triloba*. Como resultado se detectó que el nuevo herbicida Alion Pro a dosis 1.5 a 2.5 L ha^{-1} mostró un efecto postpre-emergente sobre una amplia gama de malezas comparable con los testigos de referencia, manteniendo un efecto prolongado sobre las semillas de las malezas, al evaluar el cultivo los tratamientos de herbicidas no le causaron daño a este.
Palabras claves: malezas, herbicidas, caña de azúcar, Alion Pro

ABSTRACT

A trial was developed in areas of the experimental block of the extension and service group of Las Tunas, to evaluate the post-emergence efficacy of Alion Pro SC 51.75 (metribuzin + indaziflam), in a plastogenic Brown soil, with moisture, the cane strain Plant of the cultivar C86-12 planted in cold, herbicide treatments were applied immediately after the cane was planted, the weed species presented a light postemergence, being fundamental Rottboellia cochinchinensis, Euphorbia heterophylla, Rhynchosia minima, Croton argenteus, Digitaria adscendens, Chamaesyce hyssopifolia, Leptochloa panicea, Echinochloa colona, Dichanthium annulatus and Ipomoeas triloba. As a result we detected that the new herbicide Alion Pro at doses 1.5 to 2.5 L ha-1 showed a post-emergence effect on a wide range of weeds comparable to the reference controls, maintaining a prolonged effect on weed seeds, at Evaluate the crop herbicide treatments did not cause damage to this.
Keywords: weeds, herbicides, sugarcane, Alion Pro

INTRODUCCIÓN

El principal daño que ejerce las malezas sobre los cultivos está en la competencia que se produce desde la germinación, así como en los cuatro meses subsiguientes en el cultivo de la caña de azúcar, cuando el crecimiento es lento y el follaje del cultivo no cubre completamente la superficie cultivada. Alvares, 2004

Los herbicidas con efecto post-pre o preemergente de las malezas con alta residualidad disminuyen el número de labores y los costos para atender al cultivo en esta etapa, siendo estos herbicidas una solución indispensable para el control de malezas en caña de azúcar.

Alion con ia Indaziflam 50 SC es un herbicida que interfiere en la formación de los meristemos iniciales y los embriones de las semillas de las malezas, bloqueando la formación de las pequeñas plántulas o

inhibiendo la capacidad germinativa de las semillas de las malezas. En resultados en Cuba se recomienda para el control de una amplia gama de malezas tanto mono como dicotiledóneas, incluyendo las semillas de malezas problemas.

Metribuzín actúa principalmente a través de las raíces, aunque también es absorbido por el follaje, por lo que se recomienda aplicar en pre-emergencia y como post-pre (post-emergencia temprana con efecto residual), en el último caso mezclado con un surfactante a 0.25 L ha^{-1}, en aplicación terrestre. Controla una amplia gama de malezas gramíneas y dicotiledóneas anuales, y varias especies perennes, provenientes de semilla.

El objetivo del ensayo fue determinar la eficacia herbicida y la selectividad a la caña de azúcar del Alion Pro SC 51.75 (metribuzín + indaziflam) aplicado en post-preemergencia de las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en áreas del bloque experimental de Las Tunas, municipio Majibacoa, sobre un suelo Pardo plastogénico (arcilla pesada). El área procedía de un área en barbecho, que en los últimos dos años no se le había aplicado herbicida residual.

La caña cultivar C86-12 se plantó en Agosto del 2015. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con ocho tratamientos y cinco réplicas. Se realizaron cinco evaluaciones visuales (0, 30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación (dda)), para determinar la eficacia de los tratamientos herbicida, a través de observaciones visuales y se determinado el % de cobertura de las malezas existentes en las parcelas según (Fischer, 1975) y utilizando como complementario el marco cuadrado, aplicado tres veces en cada parcela a los 00 dda, 60 dda y 120 dda. La fitotoxicidad a la caña de azúcar se determinó en el experimento de forma visual y utilizando la escala EWRS de 9 grados (Johannes y Schoh, 1971, citados por Ciba Geigy, 1981).

Al momento de la cosecha se evaluaron los parámetros de longitud, diámetro y número de tallos por metro, así como el rendimiento agrícola de cada tratamiento

Las especies de malezas predominantes en el área *Rhynchosia minima* (Bejuco culebra), *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña), *Croton argenteus* (Atargua), *Digitaria adscendens* (Don juan castilla), *Euphorbia heterophylla* (Lechosa), *Dichanthium annulatus* (Jiribilla), *Leptochloa panicea* (Plumilla) *Ipomoeas triloba* (Ag. Marrullero), *Chamaesyce hyssopifolia* (Lechera), *Echinochloa colona* (Metebravo), *Eleusine indica* (Pata de gallina).

A los datos obtenidos se le realizó análisis estadístico se transformaron los datos porcentuales por la ecuación 2 arcosen raíz de P (Lerch). Se realizó un análisis de varianza simple, para demostrar si existían diferencias significativas entre los tratamientos, y luego una prueba de Contraste Múltiple de Rango de Duncan para determinar posible diferencias entre las medias con un nivel de confianza de 95%.

Durante todo el periodo de evaluación el área se mantuvo con suficiente humedad en el suelo, días anteriores a la plantación de la caña y la aplicación del experimento ocurrió precipitaciones que facilitó la germinación de las malezas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tabla I: Comportamiento postemergente de los tratamientos a los 30 dda:

Tratamientos L o kg ha^{-1}	Control post emergente por especies							
	Rhymi	*Rotco*	*Ipotr*	*Digad*	*Dican*	*Euphe*	*Leppa*	*Chahy*
Alion Pro a 1.00	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Alion Pro a 1.50	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Alion Pro a 1.75	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Alion Pro a 2.00	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Alion Pro a 2.50	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Hexarón 3.00	CP	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Amigan 6.00	CP	CT	CT	CT	NC	CT	CT	CT
Testigo S/A	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Rhymi (Rhynchosia mínima), Rottco (Rottboellia cochinchinensis), Ipotr (Ipomoeas triloba), Digad (Digitaria adscendens), Dican (Dichanthium annulatus), Euphe (Euphorbia heterophylla), Leppa (Leptochloa panicea), Chahy (Chamaesyce hyssopifolia).

La tabla I se muestra el comportamiento del control post-emergente entre los tratamientos con herbicida y el testigo sin aplicar, se observa que solo las especies *Rhynchosia mínima y Dichanthium annulatus,* no mostraron control con la aplicación de los herbicidas, aunque en la *Rhynchosia mínima* se observó una supresión del desarrollo de las plantas, mientras el *Dichanthium annulatus* fue controlado por el tratamiento de Hexarón El resto de las especies fueron controladas totalmente por todos los tratamientos de Alion Pro a las diferentes dosis y los testigos de referencia de Amigan y Hexaron.

La tabla II, muestra el efecto preemergente de los tratamientos sobre las principales especies hasta los 60 días, se observó que existe control total de la mayoría de las malezas en todos los tratamientos con herbicidas, solo reporta porcentaje de cobertura aquellas especies que no fueron controladas totalmente con el efecto postemergente, en el testigo absoluto se observaba plantas ya florecidas y otras emergiendo, demostrando que los herbicidas mostraban buen control sobre las semillas de las especies presentes en el área.

Tabla II: Eficacia pre-emergente de los tratamientos a los 60 dda

Tratamientos L o kg ha-1	Cober. Total	Porcentaje de cobertura por especies							
		Dican	*Rhymi*	*Rottco*	*Ipotr*	*Croar*	*Euphe*	*Leppa*	*Digad*
Alion Pro a 1.00	2,36	1,24	1,12	0	0	0	0	0	0
Alion Pro a 1.50	1,85	1,09	0,76	0	0	0	0	0	0
Alion Pro a 1.75	1,93	1,08	0,85	0	0	0	0	0	0
Alion Pro a 2.00	1,66	0,98	0,68	0	0	0	0	0	0
Alion Pro a 2.50	1,75	0,96	0,79	0	0	0	0	0	0
Hexarón 3.00	1,64	0,53	1,35	0	0	0	0	0	0
Amigan 6.00	1,88	0,97	0,67	0	0	0	0	0	0
Testigo S/A	49,67	17,82	7,16	5,97	4,15	2,03	2,84	3,91	3,13

La tabla III representa la evolución de las malezas en las diferentes evaluaciones. Estadísticamente no existe diferencias entre los tratamientos donde se aplicó herbicida a los 60 y 90 dda, pero sí entre estos y el testigo absoluto. Demostrando el efecto premergente de los mismos, los tratamientos con mejor comportamiento a los 90 dda fueron aquellos donde se aplicó Alion Pro a dosis entre 1.5 y 2.5 Lha^{-1}, superando a los testigos de referencia de Hexaron y Amigan. A los 120 dda el análisis arrojó que existe diferencias estadística entre los tratamientos, los cuales se agrupan en cinco grupos, en un primer y el más importante por el control preemegente que presenta y la cobertura de malezas existente en cada uno hasta este periodo de evaluación, se encuentran el Alion Pro a dosis entre 1.5 a 2.5 Lha^{-1} y el Amigan 6.0 $kgha^{-1}$. En todos los tratamientos a los 90 dda se observa la emergencia de algunas plántulas de las especies *Rhynchosia mínima, Rottboellia cochinchinensis, Ipomoeas triloba y Croton argenteus.* La cobertura por tratamientos se comportó entre un 14.52 y 15.14, siendo la media general 14,81 %. Las especies con mayor cobertura son *Rottboellia cochinchinensis, Euphorbia heterophylla, Rhynchosia minima, Croton argenteus, Digitaria adscendens, Chamaesyce hyssopifolia, Leptochloa panicea, Echinochloa colona, Dichanthium annulatus* e *Ipomoeas triloba* y con menos incidencia *Eleusine indica, Cynodon dactylon, Cyperus rotundus* y *Sorghun halapense.* Las malezas se encontraban con una altura no mayor de 5 cm las más desarrolladas y entre 3 y 4 hojas verdaderas.

Tabla III: Evolución de la cobertura de malezas en las distintas evaluaciones.

Tratamientos L o kg ha^{-1}	Porcentaje de cobertura			
	00 dda	60 dda	90 dda	120 dda
Alion Pro a 1.00	14.52	2.36^{a}	6.32^{a}	12.16^{c}
Alion Pro a 1.50	14.58	1.85^{a}	4.75^{a}	10.33^{abc}
Alion Pro a 1.75	15.09	1.93^{a}	4.58^{a}	7.11^{ab}

Alion Pro a 2.00	14.83	1.66 [a]	3.54 [a]	6.01 [a]
Alion Pro a 2.50	14.71	1.75 [a]	3.71 [a]	6.21 [a]
Hexarón 3.00	15.14	1.64 [a]	6.54 [a]	11.43 [bc]
Amigan 6.00	15.04	1.88 [a]	6.12 [a]	10.26 [abc]
Testigo absoluto S/A	14.61	49.67 [b]	62.24 [b]	81.39 [d]

Como muestra la tabla V, ningún tratamiento causó síntomas de fitotoxicidad en el cultivar C86-12. En la misma tabla se muestran los parámetros del rendimiento, en el caso del diámetro y tallos/m arrojaron un comportamiento similar de los tratamientos en ambos parámetros, donde se empleó herbicidas no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero si al compáralos con el testigo absoluto. Al analizar la longitud de los tallos y el rendimiento agrícola estos arrojaron diferencias significativas entre los tratamientos, el parámetro longitud los tratamientos de Alion Pro a dosis 1.75; 2.00; 2.50 L ha^{-1} se agrupan en un grupo homogéneo, superior a los testigos de referencia de Hexaron y Amigan.

Al analizar el rendimiento agrícola, se observa que existe diferencias significativas entre los tratamientos, el Alion Pro a dosis 1.50; 1.75; 2.00; 2.50 L ha^{-1}, no mostro diferencias con el Hexaron y el Amigan. El rendimiento agrícola no tiene relación con el efecto de los tratamientos sobre el cultivo y si con la cobertura de malezas hasta los 120 días después de haber aplicado los mismos.

Tabla IV: Comportamiento de la fitotoxicidad y los parámetros del rendimiento

Tratamientos L o kg ha^{-1}	Grados fitotox.		Longitud (m)	Diámetro (cm)	Tallos/m	Rdto (Ton.ha^{-1})
	15 dda	30 dda				
Alion Pro a 1.00	1	1	2.73[d]	2.92[a]	8.53 [a]	76.14[b]
Alion Pro a 1.50	1	1	2.89[bc]	3.04 [a]	8.48 [a]	84.15 [ab]
Alion Pro a 1.75	1	1	3.01[ab]	3.06 [a]	8.24 [a]	81.97 [ab]
Alion Pro a 2.00	1	1	3.02[a]	3.09 [a]	8.38 [a]	85.72 [a]
Alion Pro a 2.50	1	1	3.02[a]	3.01 [a]	8.63 [a]	84.75 [ab]
Hexarón 3.00	1	1	2.82[cd]	3.06 [a]	8.27 [a]	83.13 [ab]
Amigan 6.00	1	1	2.84[cd]	3.02 [a]	8.31 [a]	78.28 [ab]
Testigo absoluto S/A	1	1	2.58[e]	2.71[b]	7.15 [b]	53.18 [c]

CONCLUSIÓN

1.- El formulado Alion Pro SC 51.75 cuyo ingrediente activo es **(*metribuzín* + *indaziflam*)**, aplicado bajo condiciones de humedad en el suelo mostró una efectividad tanto post y preemergente sobre las malezas a dosis entre 1.5 a 2.0 Lha^{-1} superior a los testigos de referencia de Amigan 6.00 kg ha^{-1} y Hexaron 3.00 kg ha^{-1}

2. El Alion Pro no causó daño fitotoxico en el cultivo de la caña de azúcar, reflejándose en la cosecha final donde todos los tratamientos fueron superiores al testigo sin herbicida.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. (2004). Las malas hierbas nos reducirán la zafra 2003-2004 en 641225 toneladas de azúcar como mínimo: 10,2 millones de dólares menos de ingresos en el valor de la caña. Memorias del III Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Malezas. C. Habana. Vol. 2. p 162.

Ciba Geigy (1981). Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p.

Fischer, F. (1975). Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. Rev. Agric., 8 (1): 70-80.

Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR.

Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. p 452.

PRIMER REPORTE PARA CUBA DE S*olanum viarum* Dunal

FIRST REPORT FOR CUBA OF S*olanum viarum* Dunal

Rodríguez, Y.F.[1]; Rodríguez, M.[1]; Ramos, J.M.[1]*; Pérez, N.[2]; Mirabal, R.[2]; Rodríguez, E.[3]; Paredes, E[4].; Oviedo, R[5]
*control-calidad@svss.ssp.minag.gob.cu

1-Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Sancti Spíritus, (LAPROSAV)
2-Estación Territorial de Protección de Plantas (ETPP), Municipio Fomento
3-Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal (LCCV)
4-Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (IISV)
5-Instituto de Ecología y Sistemática (IES), CITMA

RESUMEN

Solanum viarum Dunal (Solanaceae) *es una maleza invasora* nativa de Sudamérica. Es reportada por primera vez para Cuba. Se interceptó en áreas ganaderas de la CPA Victoria de Girón del Municipio de Fomento, provincia Sancti Spíritus, en Cuba, por un grupo significativo de especialistas e investigadores de la Sanidad Vegetal.

Palabras clave: Maleza invasora, Solanum viarum, Cuba.

ABSTRACT

In this paper is reported by first time for cuba the weeds Solanum viarum Dunal. Was intercept in livestock area of CPA Victoria de Girón in the Fomento municipality, Sancti Spíritus province, in Cuba, for an especialist group of the health plant.

Key words: Invasive wed, Solanum viarum, Cuba

INTRODUCCIÓN

Descripción de la planta: Las plantas adultas de *Solanum viarum* son arbustos de 1.80 - 2 m. de alto (3 pies hasta 7), En las ramas y el follaje tiene espinas de hasta 3 mm de de largo. Las hojas son alternas, sencillas, lobadas, cubiertas de un vello fino, son pubescentes igual que los tallos, y de contextura pegajosa; las flores son blancas con cinco pétalos recurvados y con estambres color amarillo. Los frutos inmaduros son de color verde pálido a oscuro con tonos blanquecinos (como un melón), cuando maduran son amarillas y alcanzan de 1 a 3 cm de diámetro, la cáscara es blanda y contienen de 180 y 420 semillas planas de color rojizo-café

Distribución geográfica: *Solanum viarum* es considerada nativa de la zonas tropicales y subtropicales de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. La planta está presente como especie exótica en África tropical, zonas templadas y tropicales de Asia, Estados Unidos, México y Centro América.

Antecedebtes y Riesgos: *S. viarum* Dunal, fue descubierta en Florida en 1988 y es considerada una de las malezas más destructivas en zonas ganaderas, infesta el pasto compitiendo con este por agua y nutrientes, su follaje espinoso y verde es tóxico; la planta no tiene preferencia por un clima específico, es capaz de crecer tanto al sol como a la sombra, alejando al ganado de las áreas sombreadas, lo que les causa estrés por calor. Molesta a los agricultores cuando laboran en campos infestados.

Cada planta de Solanum puede producir más de 50,000 semillas, y es el ganado quien le proporciona un método ideal de traslado, ya que una sola bosta puede contener entre 150 o más semillas. Otras formas de dispersión incluyen grama, heno y sustratos contaminados con semillas.

La maleza también puede ser hospedero del virus del mosaico que ataca cultivos como el tomate, tabaco y berenjena.

Adicionalmente, algunos insectos plagas también utilizan S. viarum como hospedero, dentro de ellos se incluyen lepidópteros, áfidos, la mosca blanca y la chinche verde que suele aparecer en cultivos de importancia económica como el arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipos

Microscopio estereoscópico

Materiales

-Pinzas quirúrgicas
-Pinceles # 4 ó 5
-Bisturí # 4 ó 5
-Lupa de mano
-Bandejas blancas esmaltadas (grandes y pequeñas)
-Agujas enmangadas
-Placas Petri
- Algodón.
-Colección del Herbario LAPROSAV
-Plumón cristalográfico
-Pie de Rey.

Reactivos

Alcohol de 90 grados

Para hacer las comparaciones y deducciones lógicas antes del envió al LCCV y el IES utilizamos:

-PNO de Identificación de *Solanum viarum* Dunal en muestras de semillas.

Se hizo una revisión de bibliografías existentes sobre el grupo de las Solanáceas, tanto publicadas en Cuba como en el ámbito internacional, también se consultaron páginas y sitios de INTERNET; así como literatura cubana sobre recursos fitogenéticos y principales malezas.

(Acuña, 1974, Roig, 1965, Sauget, J, 1946, Sauget, J. , E.E.

Liogier, 1951, 1953, 1957, etc.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de las comparaciones y con los primeros resultados obtenidos, se solicita a la Estación de Fomento otra muestra fresca de la maleza y se envía al LCCV.
Posteriormente sucede que es necesario enviar más muestras frescas al IES para su posible identificación, durante todo este proceso tienen lugar: rastreos de la maleza, focalización de los cuadrantes y lugares de su existencia, documentación de todos estos datos de interés referidos a las muestras frescas, también se procede a la herborización de algunas plantas y fragmentos donde se observen los detalles con mayor claridad para facilitar el trabajo de su descripción y llegar a resultados concretos.

NUEVO REPORTE PARA CUBA: En áreas ganaderas de la CPA Victoria de Girón del Municipio de Fomento se detectó y colectó una planta de 25 cm de altura con flores y frutos muy peculiares, la muestra fue enviada por la ETPP de esta localidad al LAPROSAV, para realizar análisis herbológico.
La muestra se registra y a primera vista la herbóloga percibe que se trata de un ejemplar con características similares a *Solanum viarum* Dunal: La Manzana Tropical; y que realmente estaba en presencia de una intercepción significativa. Para determinar que la planta pudiera o no ser la maleza cuarentenada, se revisan cuidadosamente todas sus partes, especialmente los intersticios foliares y florales con la ayuda de una lupa de mano y posteriormente bajo el microscopio - estereoscópico, ya que las semillas de malezas pueden permanecer ocultas en ellos. Se utilizan las claves taxonómicas; bibliografías; ilustraciones; fotos y fundamentalmente se revisa la colección del herbario de nuestro laboratorio y tienen lugar las comparaciones pertinentes, hasta constatar que esta mostraba evidencias muy particulares que la diferenciaban de otras especies de Solanum existentes en la colección.

MEDIDAS PARA SU CONTROL Y ERRADICACIÓN: Resulta necesario adoptar las medidas adecuadas para lograr la inmediata erradicación de cualquier foco de esta maleza que se detecte, para ello es necesario la destrucción por chapea o usando herbicida. Y extracción completa de las plantas y su depósito en una zanja profunda, garantizando que durante este proceso queden totalmente destruidos los frutos. El lugar de enterramiento debe ser señalizado convenientemente.

CONTROL BIOLÓGICO: Debido al problema creado por esta maleza en el sur de Estados Unidos, luego de varios años de exploraciones en Paraguay y el norte de Argentina y ensayos de especificidad; el crisomélido *Gratiana boliviana* Spaeth, *(*Escarabajo tortuga) entre 5 - 6 milímetros de largo, *fue liberado en Florida en mayo de* 2003. Su fecundidad, longevidad, y hospedero-especificidad hacen de él un agente del control natural ideal. Resultados iniciales parecen prometedores con defoliaciones del 20-100% en algunos sitios.
Otros organismos usados como agentes de control biológico de *Solanum viarum incluyen los* virus del mosaico en forma de bioherbicidas.

CONCLUSIONES

-Desde su intercepción y durante el proceso de espera del resultado confirmativo y ante la sospecha de una respuesta positiva como la que recibimos, Se activó de inmediato la vigilancia y se efectuó una comunicación del riesgo a todas las instancias pertinentes.
-*Solanum viarum* está Reportada en el Municipio de Fomento, y fue localizada posteriormente en Yaguajay, y en Trinidad (Asentamiento Poblacional Limones).

-En el momento de efectuado este Primer Reporte esta especie estaba incluida en la lista de cuarentena por ser considerada una especie invasora y una de las malezas más destructivas en zonas ganaderas, y

recientemente se nos informó que fue excluida debido a su amplia distribución en nuestro país; aunque la lista de malezas está sujeta a profunda revisión con vista a su futura actualización.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la Téc. Evelyn Rodríguez, del Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal (LCCV), por todas sus atenciones, al Ing. Ermenegildo Paredes Rodríguez, del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (IISV), por su inestimable y oportuna asistencia, y de manera especial a la Dra. Ramona Oviedo Prieto, del Instituto de Ecología y Sistemática (IES), CITMA, por la identificación de esta especie. También reconocer la participación del Ing. Carlos A. Pulido Pérez, Especialista del Departamento Provincial de Sanidad Vegetal, quien realizó las fotos de este Primer Reporte.

REFERENCIAS

- Acuña Galé, J.: Plantas indeseables en los cultivos cubanos, 240 pp., Academia de Ciencias de cuba, Instituto de Investigaciones Tropicales, La Habana, 1974.
- Roig Mesa, T.: Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos, 3ª. Ed. (ampliada y corregida), 137 pp., La Habana, 1965.
- Sauget, J. S.: Flora de Cuba, vol. 1, 442 pp., Ed: Museo de Historia Natural del Colegio de la Salle, vol. 1, 442 pp., La Habana, 1946.
- Sauget, J. S. y E. E. Liogier: Flora de Cuba, vols.2, 3 y 4, Ed: Museo de Historia Natural del Colegio de la Salle, La Habana, 1951- 1953 y 1957.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

MERLIN TOTAL: NUEVO HERBICIDA PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR EN ARGENTINA
MERLIN TOTAL NEW HERBICIDE FOR THE MANAGEMENT OF WEEDS IN SUGARCANE IN ARGENTINA

Sánchez, A[1]; Vargas, P[2]; Romero, E. R[1] ; Olea, I[2].
[1]Sección Agronomía de Caña de Azúcar, [2] Sección Manejo de Malezas - Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Tucumán – R. Argentina. asanchezducca@eeaoc.org.ar

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto herbicida (EH) y la toxicidad sobre el cultivo de caña de azúcar de Merlín Total (Isoxaflutole + Indaziflam) en comparación con tratamiento pre-emergente comercial (atrazina + acetoclor). El tratamiento Merlín Total (0,18 kg i.a./ha) presentó un excelente EH hasta los 60 DDA aproximadamente sobre sobre *Amarathus sp; Tithonia tubaeformis; Echinochloa colonum; Leptochloa sp y D. sanguinalis*, diferenciándose significativamente del tratamiento comercial. El rendimiento productivo no se vio afectado por este tratamiento. El eficiente control de las malezas evaluadas en estas experiencias, la baja toxicidad observada sobre este, sumado a que Isoxaflutole y Indaziflam poseen modos de acción diferentes a los utilizados habitualmente en la provincia de Tucumán, convierten a este herbicida en una nueva alternativa química con un elevado potencial para el manejo pre-emergente de malezas en este cultivo.
Palabras claves: caña de azúcar, Isoxaflutole, Indaziflam, malezas

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the herbicidal effect (EH) and toxicity on sugarcane of Merlin Total (Isoxaflutole + Indaziflam) compared with (atrazine + acetochlor) commercial pre-emergent treatment. MT treatment (0.18 kg i.a./ha) provided an excellent EH up to 60 DDA on *Amarathus sp*; *Tithonia tubaeformis; Echinochloa colonum; Leptochloa sp* and *Digitaria sanguinalis,* differing significantly from commercial treatment. The yield was not affected by this treatment. The efficient weed control evaluated in these experiments, as well as the low toxicity observed on crop, added to that Isoxaflutole + Indaziflam has modes of action different from those commonly used in the province of Tucuman, make this herbicide a new chemical alternative with high potential for the pre-emergent weed management in this crop.
Key words: sugarcane, Isoxaflutole, Indaziflam, weeds

INTRODUCCIÓN

La principal estrategia con que cuenta el cañaveral para competir con las malezas, es la de limitar el nivel de radiación solar disponible para ellas, mediante la velocidad y la magnitud con que desarrolla su canopeo. Por ello, las medidas para el control de las malezas, deben ser efectuadas durante el período en que la caña de azúcar no puede competir eficientemente. Este período comienza antes de la brotación y culmina con el cierre del cañaveral (Olea *et al.*, 2004). Para nuestra región Arévalo (1977), determinó que el mismo inicia con la brotación del cultivo y continúa hasta los 90 a 120 días posteriores.

Este período crítico de competencia coincide con la sequia primaveral que caracteriza a la región, debido a su régimen monzónico de precipitaciones. En condiciones de secano, esa particularidad limita el empleo de la mayoría de los herbicidas pre-emergentes utilizados en Tucumán.

La combinación de Atrazina con Acetoclor, que es el tratamiento herbicida más utilizado en Tucumán, muchas veces se ve afectada su eficiencia por la sequía antes mencionada. Además esta combinación se

viene utilizando en forma continua desde hace muchos años en la provincia (Olea *et al*, 2004), por lo que este uso extensivo y repetitivo podría facilitar la selección de biotipos resistentes a dicha mezcla en el futuro.
Merlín Total (Indaziflam 150 g/l + Isoxaflutole 450 g/l SC 60) es una mezcla lista para usar, registrada recientemente por Bayer CropScience, para el control de malezas en preemergencia en el cultivo de caña de azúcar en Argentina. Este tratamiento fue evaluado con resultados satisfactorios en Cuba (Rodriguez Estrada *et al*, 2015) y actualmente es utilizado de forma comercial.
Indaziflam es un nuevo herbicida perteneciente al grupo químico de las Alquilazinas, su mecanismo de acción es directamente inhibiendo la biosíntesis de celulosa (Tompkins 2010) y se caracteriza por su larga residualidad (Guerra *et al.*, 2013). Isoxaflutole pertenece a la familia de los Isoxazoles, y su acción inhibe la enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenasa (4-HPPD) como resultado de la inhibición indirecta de la síntesis de carotenoides, la consecuente degradación de la clorofila provoca clorosis, albinismo y necrosis en las plantas susceptibles (Pallett *et al*., 2001). Por sus características físico-químicas este herbicida está recomendado para su utilización en la temporada seca de Brasil (Marchiori Jr. *et al*., 2005 y Arévalo y Garcia 2013).
El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto herbicida (EH) y la toxicidad sobre el cultivo de Merlín Total en comparación tratamiento preemergente de atrazina + acetoclor, el más utilizado en Tucumángentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

En campos comerciales de caña de azúcar en la provincia de Tucumán (Argentina), durante los años 2015 y 2016 se realizaron experiencias que incluyeron los siguientes tratamientos: T1) testigo sin herbicida, T2) Merlín Total (0,18 kg i.a./ha), T3) atrazina (2,0 kg i.a./ha) + acetoclor (1,92 kg i.a./ha) considerado testigo químico.
Las experiencias se agruparon de acuerdo al siguiente detalle:
Ensayo I: evaluación de la toxicidad visual sobre el cultivo y el EH sobre latifoliadas anuales *(Amarathus sp, Portulaca oleracea, Croton lobatus*), gramíneas anuales *(Leptochloa sp y Digitaria sanguinalis*). La variedad implantada fue LCP 85-384 en la edad de caña planta. La aplicación se realizó el 5 de octubre de 2015, en preemergencia de las malezas y el cultivo. Las características de suelo se presentan en la Tabla I.
Ensayo II: evaluación de la toxicidad visual sobre el cultivo y el EH sobre latifoliadas anuales *(Amarathus sp y Tithonia tubaeformis*), gramíneas anuales *(Echinochloa colona; Urochloa panicoides y D. sanguinalis*). La variedad implantada fue TUC 95-10 en la edad de caña planta. La aplicación de los tratamientos se realizó el 21 de octubre de 2016, en preemergencia de las malezas y el cultivo. Las características de suelo se presentan en la Tabla I.
En los ensayos I y II, los efectos sobre las malezas y toxicidad sobre el cultivo fueron evaluados comparativamente con un testigo sin tratamiento, para lo que se utilizaron las escalas sugeridas por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974)
Las precipitaciones registradas durante la experiencia I y II se presentan en la Figura I.
Ensayo III: la fitotoxicidad de Isoxaflutole + Indaziflam (0,18 kg.i.a./ha) aplicados en post-emergencia se evaluó comparando las sintomatologías visuales con un testigo sin herbicida. Todos los tratamientos fueron desmalezados de forma manual para evitar la competencia con malezas. La aplicación se realizó 13 de noviembre de 2015 con el cañaveral de la variedad LCP 85-384 en macollaje y una altura de de 30 cm hasta la hoja +1. Se realizó una estimación de rendimientos mediante conteo, peso y altura de tallos a los 240 DDA.

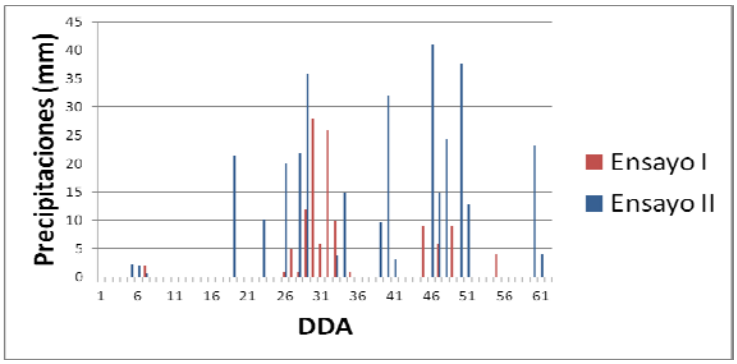


Figura I. Precipitaciones registradas durante la experiencia I y II.

Tabla I. Características de suelo de los ensayos (muestras a 0-30 cm de profundidad).

Ensayo	pH (agua 1:2,5)	Salinidad ds/m	Carbonatos CaCO3 %	Clase Textural	Materia Orgánica %	Fósforo ppm
Ensayo I	6,4	2,4	0	Franco	2,4	302,8
Ensayo II	6,7	0,3	0	Franco arcilloso	1,7	14
Ensayo III	5,6	0,5	0	Franco limoso	3,5	65,5

El diseño experimental de los ensayos fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 27 m^2. Se utilizó una mochila experimental de CO_2 con una barra de seis boquillas de abanico plano XR11002, distanciadas a 50 cm para las aplicaciones. El volumen entregado fue entre 120 y 150 l/ha. En todas las experiencias se realizaron el análisis de la varianza y la comparación de medias mediante el test de Duncan, considerando un valor de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta los 35 DDA en los ensayos I y II Merlín Total (MT) tuvo un EH similar al testigo químico, sin diferenciarse estadísticamente (Figura I). En la evaluación a los 45 DDA presentó una mayor eficiencia de control, diferenciándose significativamente con el testigo químico. La menor eficiencia del testigo químico estuvo dada por la emergencia de *Croton lobatus* y gramíneas anuales (Ensayo I) y por *Tithonia tubaeformis, Echinochloa colona y Urochloa panicoides* (Ensayo II). A los 60 DDA MT continuó diferenciándose de forma significativa respecto al testigo químico.

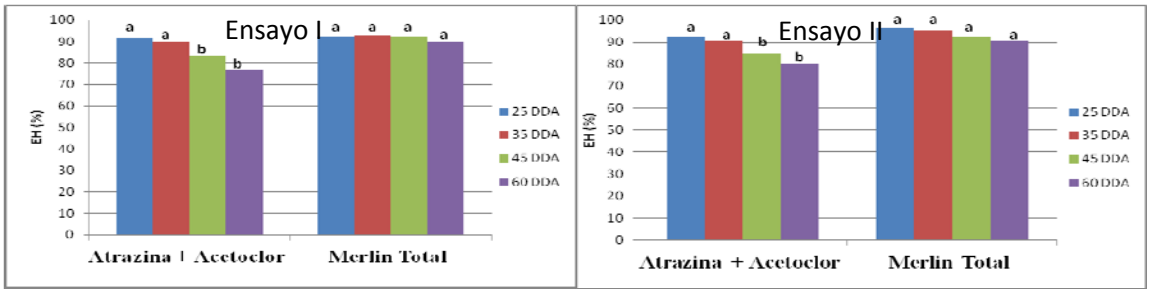


Figura I. EH (%) de latifoliadas y gramíneas anuales. Análisis de comparación de medias, distintas letras indican diferencias significativas entre medias utilizando el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

En ambas experiencias, los tratamientos herbicidas no presentaron ningún efecto visible sobre el cultivo sin diferenciarse del testigo sin herbicidas (T1).

Ensayo III: El tratamiento con Merlín Total (0,18 kg i.a./ha) a los 7 DDA presentó un tono amarillo limón claro. Estos síntomas adquirieron su máxima intensidad a los 14 DDA alcanzado un grado 2 de toxicidad

(ALAM) y a los 41 DDA dejaron de ser evidentes. Gallego Domínguez *et al.* (2015) observó un comportamiento similar para 31 de 58 cultivares evaluados. A cosecha no mostró diferencias estadísticas con el testigo limpio respecto a la altura de plantas (218,7 cm Testigo y 218,7 cm MT), ni en rendimiento cultural (75,3 t Testigo y 79,2 t MT).

CONCLUSIONES

1.-En estas experiencias Merlín Total presentó un mayor espectro de control y residualidad respecto a la mezcla atrazina + acetoclor, utilizada comercialmente para el manejo de las malezas estudiadas; el rendimiento productivo, además, no se vio afectado.

2.-Resulta interesante resaltar el control observado sobre *Tithonia tubaeformis,* ya que al momento no se disponen de herbicidas pre-emergentes registrados para su control.

3.-El eficiente control de las malezas evaluadas en las condiciones de estas experiencias, la baja toxicidad observada sobre este, sumado a que Isoxaflutole + Indaziflam poseen modos de acción diferentes a los habitualmente utilizados en la Provincia de Tucumán, convierten a este herbicida en una nueva alternativa química con un elevado potencial para el manejo residual de malezas en pre-emergencia en este cultivo.

REFERENCIAS:

1.-Olea I.; Romero, E.; Scandaliaris, J. Recomendaciones para el manejo de malezas en caña de azúcar en Tucumán. 2004. Gacetilla Agroindustrial Nº 60.

2.-Arévalo, R. A.; Cerrizuela, E. A.; Olea. I. 1977 Período crítico de competencia de comunidades naturales de malezas en caña de azúcar. R. Agron. Nor. Argentino. 1977. v. 14, n. 1-4, p. 83-99.

3.-Rodríguez Estrada, L.; Zuaznábar, R.; Zayas, E.; Gallego, R.; Chao, R.; García, A.; Cruz, M.; Díaz, J J.; Lorente, E. Isoxaflutole 45 + Indaziflam 15 Sc 60: Nueva alternativa para el control de malas hierbas en caña de azúcar en Cuba. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Malezas. 2015. pp. 406-409.

4.-Tompkins, J. Pesticide fact sheet: indaziflam. United States, Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf>. consultado el: 22 de febrero. 2017.

5.-Guerra, N.; Oliveira Júnior, R.; Constantin, J.; Oliveira Neto, A.; Braz, G.; Aminocyclopyrachlor e indaziflam: Seletividade, controle e comportamento no ambiente. Revista Brasileira de Herbicidas [Online], 12.3 (2013): 285-295. Web. 13 Mar. 2017

6.-Pallett, K. E., S. M. Cramp, J. P. Little, A. J. Crudace, and A. E. Slater. Isoxaflutole: the background to its discovery and the basis of its herbicidal properties. Pest Manag. 2001. Sci.57:133-142.

7.-Marchiori Jr., O., Constantin, J., Oliveira Jr., R.S., Inoue, M.H.,Pivetta, J.P. E Valieri, S.D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. Planta Daninha, 2005. v. 23, n. 3, p. 491-499.

8.-Arévalo, R. A ; Garcia, E. L. . II Curso Internacional de Biologia y Manejo de malezas en caña de azúcar. 1. ed. Cárdenas Tabasco: COLPOS, 2013. Parte II: Manejo. pp 81.

9.-Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Resumen del panel sobre Métodos para la Evaluación de Ensayos en Control de Malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. 1974. 6-12.

10.-Gallego Domínguez, R. R.; Zuaznábar, R.; Díaz, J J.; Hernández, F.; Cuadras Isaac, C.; Zayas Pineda, E.; Lorente Gómez, E.; Rodríguez Estrada, L. Comportamiento de los principales cultivares de caña de azúcar en Cuba con la aplicación del herbicida indaziflam 150 gl-1 + isoxaflutole 450 gl-1 60 sc. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Malezas. 2015. pp. 290-293.

MANEJO INTEGRADO DE *SPOROBOLUS INDICUS* (L.) R. BR. (ESPARTILLO) EN PASTIZALES DE *MEGATYRSUS MAXIMUS*(GUINEA LIKONI)

INTEGRATED MANAGEMENT OF *SPOROBOLUS INDICUS* (L.) R. BR. (ESPARTILLO) IN PASTURES OF *MEGATYRSUS MAXIMUS*(GUINEA LIKONI)

Sardiñas, Y., Padilla, C y Fraga, N
Instituto de Ciencia Animal
yurangel@ica.co.cu, cpadilla@ica.co.cu y nfraga@ica.co.cu

Resumen
Se caracterizó el comportamiento productivo y reproductivo del espartillo en pastizales de guinea Likoni, para reducir su infestación mediante el manejo integrado y recuperar la productividad del pasto base. Se evaluaron algunas características morfológicas, y se determinó el efecto de competencia con respecto al pasto guinea. La integración de estos resultados posibilitó aplicar diversos métodos de manejo, mediante la renovación y la rehabilitación. Se conoció el momento de aparición de la inflorescencia hasta la madurez de las semillas, y esto propició el comienzo de las labores de preparación de suelo antes de la culminación del ciclo reproductivo de la maleza. Se demostró la agresividad del espartillo, su capacidad de producción y dormancia de semilla, así como su producción de biomasa. La siembra de variedades, como Likoni y Mombaza, y la rehabilitación con labores mecánicas y fertilización química u orgánica, propiciaron la recuperación del agroecosistema y el control del espartillo.

Palabras clave: Maleza, producción de biomasa, recuperación de pastizales

Abstract
The productive and reproductive behavior of the Smutgrass was characterized in grassland of guinea grass, to reduce its infestation through the integrated management and to recover the productivity of grass base. Some morphological characteristics were evaluated, and the competition effect was determined with respect to guinea grass. The integration of these results made it possible to apply different management methods, through renovation and rehabilitation. The moment of appearance of the inflorescence until the maturity of the seeds was known, and this led to the beginning of soil preparation work before the culmination of the reproductive cycle of the weed. It was demonstrated the aggressiveness of this weed, its production capacity and dormancy of seed, as well as its production of biomass. The sowing of varieties, such as Likoni and Mombaza, and the rehabilitation with tillage and chemical or organic fertilization, favored the recovery of the agroecosystem and the control of the Smutgrass.

Key words: Weed, biomass production, grasses recovery

Introducción

La pérdida de la cobertura vegetal en agroecosistemas ganaderos, unido a prácticas agrícolas inadecuadas, es sinónimo de degradación de pastizales, lo que puede convertir las zonas productivas en ecosistemas frágiles (1). A ello se suma la presencia de malezas como una de las consecuencias de la degradación de estos ecosistemas (2).

Según (3), el uso de herbicidas es uno de los métodos que más se ha empleado para el control de espartillo. Estos criterios señalan la necesidad de profundizar en el conocimiento de esta maleza, a partir del conocimiento existente y de los principios conceptuales para la recuperación de pastizales en estado de degradación, lo que posibilitará la aplicación de métodos de control adecuados.

En el contexto actual, la aplicación de prácticas culturales, pudieran contribuir a la reducción de la densidad de esta especie en pastizales mejorados. A partir de estas consideraciones, el objetivo general del trabajo fue caracterizar el comportamiento productivo y reproductivo de *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo) y proponer métodos de control, para reducir su infestación y recuperar la productividad de pastizales de *Megatyrsus maximus* (guineaLikoni).

Materiales y Métodos

Experimento 1: La investigación se realizó en un pastizal de guinea Likoni con infestación de espartillo que ascendió a cinco macollas m^{-2}. Las evaluaciones se realizaron durante dos años consecutivos. Se lanzaron al azar tres marcos de 0,25 m^2por parcela y se midieron cuatro macollas $marco^{-1}$ cada dos semanas, hasta que se hiciera visible la madurez morfológica de las semillas (color rojo intenso y separación de las glumas). Se precisó el momento de inicio de la floración, a partir del instante en que comenzó a hacerse visible la aparición de la inflorescencia en la vaina. El número de semillas $panícula^{-1}$ se determinó visualmente. La prueba de germinación se efectuó en condiciones de laboratorio, al momento de la cosecha y a los 6, 12, 18 y 24 meses de finalizado el ciclo reproductivo, en cada período climático. Se pusieron a germinar 100 semillas por placa (4). También se cuantificó el peso de 1 000 semillas, al año de ser cosechadas. Se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows (5) y estadística descriptiva.

Experimento 2: El trabajo se desarrolló en un área establecida de guinea Likoni invadida de espartillo. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar en parcelas de 4 m^2 como unidad experimental. Se realizó un corte de uniformidad a 10 cm de altura y a los 120 días de rebrote se realizó un muestreo en 10 marcos (4 m^2 c/u) por cada tratamiento. El rendimiento y la composición botánica de espartillo y guinea se determinaron por separación manual (6). Además, se realizó una valoración económica, según la metodología propuesta por (7). El procesamiento de los datos se efectuó con el paquete estadístico InfoStat, versión 1,0 (8).

Experimento 3: Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (4 x 4) y cinco réplicas, donde los factores estuvieron determinados por los tratamientos que consistieron en la siembra de las variedades mejoradas (guinea Likoni, Común, Mombaza y Tanzania), y cuatro años de muestro, incluyendo cada período climático. En parcelas de 30 m^2 se tomaron aleatoriamente tres muestras en cada una de ellas con marcos de 1 m^2. Se empleó el método (9)para la composición botánica y la altura de la guinea y la maleza se midió con regla graduada, mientras que la densidad se calculó según (10). Antes de sembrar las variedades se realizó un muestro inicial de la vegetación para conocer el estado del pastizal. La infestación de espartillo superó el 50 % y la cobertura del pasto mejorado fue de 20%. Posteriormente, se efectuó la preparación convencional de suelo, la siembra de cada variedad se realizó a chorrillo y a una distancia de 70 cm con una profundidad de 2 cm aproximadamente. La dosis de siembra fue de 10 kg ha^{-1} de semilla total para cada variedad. El experimento tuvo cuatro años de duración y una frecuencia de muestreo anual de dos veces para cada período climático (diciembre y marzo y junio-septiembre).Se efectuó análisis de varianza con el paquete estadístico InfoStat. versión 1,0 (8).

Experimento 4: Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (4 x 3) y cuatro réplicas donde los factores estuvieron determinados por los tratamientos (labranza mínima, labranza mínima+fertilización química, estiércol vacuno+labranza mínima, control sin labores culturales) y los años (3), incluyendo cada. Se marcaron parcelas de 156,3m^2. Las variables relacionadas con la vegetación fueron las mismas que el experimento 3 y se midieron aleatoriamente en 10 marcos de 1 m^2. Antes de aplicar los tratamientos, se efectuó un muestro inicial para conocer el estado de la vegetación y se ratificó la homogeneidad del área de muestreo. Se aplicó una dosis de 25 t ha^{-1} con esparcidora de materia orgánica, previo a la labranza. La fertilización química (8-10-16) se efectuó una vez establecido el pasto en el período lluvioso del segundo año, a razón de 0,5 t ha^{-1}. En el último año, se aplicó fertilización de mantenimiento con urea, a razón de 50 kg ha^{-1} de nitrógeno. Para dar una respuesta integradora de los resultados, valorar las posibles correlaciones entre variables y conocer el grado de preponderancia de estas, se utilizó la metodología propuesta por (11) Los resultados se presentan mediante un gráfico Biplot (12), que permitió caracterizar de forma multivariada el efecto de los diferentes tratamientos en el control del espartillo y la recuperación del pastizal.

Resultados y Discusión

Experimento 1: Durante los primeros 12 meses de almacenamiento, se incrementó la germinación y fue superior en las semillas que se colectaron durante el período lluvioso, lo que coincidió con la época de mayor producción de panículas $macolla^{-1}$.Estas características indican que la magnitud de la reinfestación de esta planta en pastizales de guinea Likoni, puede suceder en el período lluvioso. A partir del año de cosechadas las semillas, la germinación disminuyó hasta finalizar los 24 meses. Estos resultados pueden ser un

indicativo de la corta duración de la viabilidad de las semillas de espartillo, lo que coincide con (13). En la tabla Ise muestra que la producción de semillas macolla^{-1} fue de 8 107. El número de semillas promedio en cada panícula, fue de 711, y al comparar los resultados del presente trabajo con los que indicaron (14) para *P. virgatum*, se aprecia mayor producción de semillas por panícula en esta última (1 500).

Tabla I. Comportamiento de la producción de semillas de espartillo.

Variables	X	CV, %	DS
Número de semillas macolla^{-1}	8 107	42,91	3478,7
Número de semillas panícula^{-1}	711	22,51	160,06
Peso de 1000 semillas (g)	0,16	10,46	0,02

Al determinar el peso de 1000 semillas cosechadas en el período lluvioso, el valor fue de 0,16 g. Sin embargo, (15) estimaron que el peso de 1 000 semillas de espartillo, con las glumas, fue de 0,20 g.

Los resultados anteriores permiten inferir que la competencia que puede ejercer esta maleza en pastizales de guinea Likoni es amplia, para lo cual se desarrolló la siguiente investigación.

Experimento 2: En la tabla II se muestra que todas las densidades de espartillo afectaron el rendimiento de materia seca de Likoni, y este fue menor (P< 0,001) con seis macollas m^{-2}. Ocurrió lo contrario con el rendimiento de materia seca de la maleza (0,91 t MS ha^{-1}) el cual aumentó.

Tabla II. Rendimiento de biomasa y costo de producción de la tonelada de materia seca según el grado de infestación de espartillo.

Macollas de espartillo m^{-2}	Espartillo (t MS ha^{-1})	Guinea (t MS ha^{-1})	Pérdidas de rendimiento de guinea (%)	Costo de guinea en MN ($ t MS ha^{-1})
0	-	2,1^{a}	-	26,21^{a}
2	0,1^{a}	1,8^{b}	18	31,28^{b}
4	0,5^{b}	1,2^{c}	43	48,81^{c}
6	0,9^{c}	0,7^{d}	68	78,63^{d}
EE (±)	0,05***	0,09***	-	0,08***

^{abc} *Valores con letras no comunes por columna difieren a P< 0,05 (16)*

****P< 0,001*

El costo de producción de la t MS ha^{-1} de la guinea, aumentó de $ 26,21 hasta $ 78,63 cuando la densidad de espartillo fue de seis macollas m^{-2}. Esto se puede relacionar con la disminución del rendimiento de biomasa, lo que encarece la producción ha^{-1}.

Experimento 3:La reducción del porcentaje de espartillo fue evidente, sobre todo en las variedades Mombaza y Likoni que presentaron valores inferiores a 4 % en los dos períodos climáticos y durante los tres primeros años, lo que no ocurrió en las otras variedades. Al finalizar el estudio, Likoni y Mombaza fueron más efectivas, con respecto a Común y Tanzania.

Al igual que la densidad, al concluir la fase experimental, el porcentaje del espartillo se incrementó en el último año de explotación del pastizal, y fue más acentuado en Tanzania y Común. No obstante, al comparar estos resultados con la composición botánica antes de la renovación (50 % de espartillo), se puede inferir que todos los tratamientos fueron efectivos en la reducción de la cobertura de esta especie.

Experimento 4: Al efectuar el análisis de componentes principales, los resultados explicaron el 82 % de la variabilidad de los datos y entre las variables que contribuyeron en mayor medida a su comprensión, se encuentra la transformación de la composición botánica. La cobertura del pasto guinea y su densidad presentaron alta correlación negativa con la mayoría de las variables relacionadas con el comportamiento del espartillo. El ángulo inferior a 45º entre los vectores correspondientes a la mayoría de las variables del espartillo, indica alta correlación positiva entre estas, y confirma el estado de degradación del pastizal en el tratamiento control. Por último, la correlación positiva entre la disponibilidad de biomasa y la altura de la guinea Likoni, sobre todo cuando se aplicó labranza mínima más fertilización química, corrobora que este método, propició la recuperación del pastizal de guinea Likoni además de controlar la infestación de espartillo, sin descartar el efecto positivo de la fertilización orgánica y las labores mecánicas.

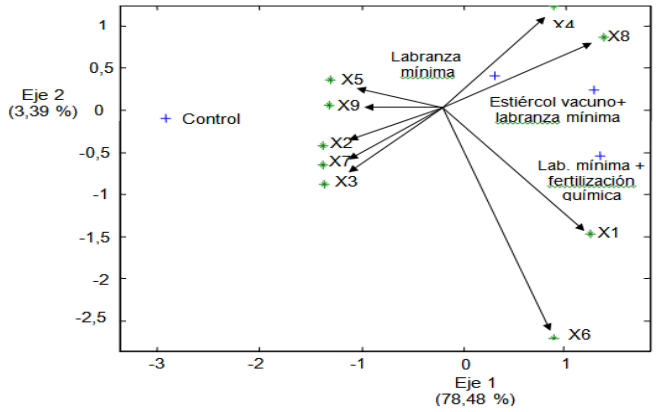


Figura 1. Biplot proyectado en la componente de los períodos de muestreo.
Nomenclatura de las variables: biomasa de guinea y espartillo (x1 y x2), densidad de espartillo y guinea (x3 y x4), altura de espartillo y guinea (x5 y x6), porcentaje de espartillo, guinea y sacasebo (x 7, x8 y x9).

Conclusiones

- El conocimiento del ciclo productivo y reproductivo del espartillo, en las dos épocas del año, demostró el alto grado de agresividad, competencia, así como el efecto negativo que provoca su presencia en la producción de biomasa de los agroecosistemas de pastizales.
- La renovación con variedades de *Megatyrsusmaximus* propició el control del espartillo y la recuperación del pastizal, después de cuatro años de explotación. Sin embargo, las variedades Likoni y Mombaza fueron más efectivas, con patrones de respuesta similares durante la investigación.
- La rehabilitación mediante la labranza mínima más fertilización química propició el mayor control del espartillo y la recuperación de guinea Likoni, después de tres años de evaluación.

Referencias

1. Febles, G. y Ruiz, T. E. 2009. El cambio climático global y sus repercusiones en Cuba. Acciones para el futuro. Rev. Cubana Cienc. Agric. 43: 337
2. Dias-Filho, M. B. 2015. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação / Moacyr Dias-Filho. 4 ed. ISBN 978-85-911831-0-4
3. Mislevy, P., Shilling, G. F., Martin, G. y Hatch, L. S. 1999. Smutgrass (*Sporobolus indicus*) control in bahiagrass (*Paspalumnotatum*) pastures. Weed Technology. 13: 571
4. Febles, G. 1981. Estudio sobre la calidad y producción de semillas en yerba de guinea común (*Panicummaximum*Jacq.). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 56.
5. Visauta, E. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Mc Graw Hill Ínter América de España. S. A. V. 2. p.358
6. Senra, A. y Venereo, A. 1986. Métodos de muestreo. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. 1ra (ed). EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 649
7. Cino, D. M., Padilla, C. y Sardiñas, Y. 2007. Propuestas de fichas de costos de nuevos cultivos forrajeros. Revista ACPA 26 (2): 48
8. Rienzo, J. A., Balzarín, M., Casanova, F., González, L., Tablada, M., Washington, G. y Robledo, C. W. 2001. InfoStat versión 1. Software Estadístico. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdova. Argentina
9. t'Mannetje, L. y Haydock, K. P. 1963. The dry weight-rank method for the botanical analysis of pastures.J. Brit. Grassland. Soc. 18: 269
11. Varela, M., Crossa, J., Kumar, A., Cornelius, P. L. y Manes, Y. 2009. Generalizing the sites regression model to three-way interaction including multi-attributes.Crop Sci. 49: 2043-2057

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

SELECTIVITY OF HERBICIDES IN PRE-SPROUTED SEEDLINGS OF SUGARCANE

SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN PLANTAS PRE-BROTADAS DE CAÑA DE AZUCAR

Silva, G.S.; Victoria Filho, R.*; Giovanelli, B.F.; De Marco, L.; Silva, A.F.M.; Toledo, R.B.

Departament of Plant Science, University of São Paulo – Superior College of Agriculture "Luiz de Queiroz"
* rvictori@usp.br (author for communications)

RESUMEN

El objetivo del experimento fue estudiar la selectividad del diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl en plantas pre-brotadas de caña de azúcar. El experimento ocurrió en invernadero, con la variedad RB966928. Los tratamientos fueron dosis ¼D ½D, D y 2D de la asociación hexazinone+diuron+sulfometuron-methyl y un control sin aplicar. Se evaluaron a 21, 28, 35, 42, 49, 56 y 63 DAA el índice SPAD, altura, número de macollos, notas de intoxicación y peso seco de la parte aérea y raíces. A los 28 DAA ocurrió fitotoxicidad desde ½D, no ocurriendo en la dosis ¼D a cualquier momento. El índice SPAD fue afectado hasta 28 DAA, y sólo 2D disminuyó el índice SPAD hasta 63 DAA. El peso seco de la parte aérea fue afectada en todas las dosis. La asociación de hexazinone+diuron+sulfometuron-methyl causó daños a las plantas de caña de azúcar variedad RB966928 desde ½D, siendo la utilización dependiente de la humedad del suelo.
Palabras clave: fotosistema II, MPB, pre-emergente, asociación

ABSTRACT

The aim of this experiment was to study the selectivity of the association of diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl in the pre-sprouted seedlings of sugarcane. The experiment was carried out in a greenhouse with variety RB966928. The treatments were the doses ¼D, ½D, D and 2D of the combination diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl and a control without application. The SPAD index, height, number of tillers, phytotoxication notes and dry mass of aerial part and root were evaluated at 21, 28, 35, 42, 49, 56 and 63 DAA. At 28 DAA there was phytotoxification from the ½D dose, not when applied ¼D at any time. The SPAD index was affected at 28 DAA, and only the 2D dose decreased the SPAD index until 63 DAA. Dry aerial part mass was affected at all doses. The association of the herbicides diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl caused damage to sugarcane plants variety RB966928 from ½D, being the recommendation dependent of the soil moisture.
Key words: photosystem II, MPB, pre-emerging, association

INTRODUCTION

Among the many factors that interfere with the cultivation of sugarcane, weeds represent significant performance, and may cause losses in crop yield up to 85%, when not properly controlled (Victoria Filho and Christoffoleti, 2004). There is also a decrease in the longevity of the sugarcane field, reduction of raw material quality and difficulties in harvesting. The herbicides currently in use in sugarcane crop show variations in the degree of selectivity for the crop as a function of the dose, season of application, edaphic and climatic conditions, phenological stage and physiological and biochemical conditions of the crop and weeds.

Several studies related to effectiveness of weed control related of mixture of herbicides have already been carried out. However, there is little information in the literature whether these interactions of the molecules due to association would imply some change in soil dynamics or selectivity in pre-sprouted seedlings (MPB). The planting system through pre-sprouted seedlings of sugarcane provides a high phytosanitary standard, vigor and uniformity of planting, as well as reducing the risk of diffusion of pests and diseases and accelerate the introduction of varietal technologies in the area (Landell et al., 2012).

One of the major concerns of the introduction of this new MPB technology is the use of herbicides, because the seedlings already have a root system formed, and if the herbicide used in pre-emergence has some mobility in the soil, the root system may absorb the herbicide possibly causing plant intoxication. In view of the above, the aim of this experiment was to study the selectivity of the association of herbicides diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl in the system of planting with pre-sprouted seedlings (MPB) of sugarcane.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in a greenhouse belonging to the School of Agriculture "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba, São Paulo. The variety used was RB966928 and the seedlings used were in a system of pre-sprouted seedlings (MPB). The experimental design was a randomized complete block with four replicates and the treatments consisted of four doses of the combination of herbicides diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl, corresponding to a quarter of the dose - ¼D (346,725 + 97,75 + 8,338 g ha^{-1} i.a.), half dose - ½D (693.45 + 195.5 + 16.675 g ha^{-1} i.a.), the recommended dose - D (1386.9 + 391 + 33.35 g ha^{-1} i.a.) and two times the recommended dose - 2D (2773.8 + 782 + 66.7 g ha^{-1} i.a.), and a control free of herbicide application and without weeds.

The pots used were polyethylene with 8 dm^3 filled with soil classified as Red Latosol previously sifted and fertilized according to the recommendation for sugarcane crop. The application of the treatments in the plots was with CO_2 pressurized costal sprayer equipped with Teejet AI 110.02 nozzle spaced 0.50 m apart at a constant pressure of 200 kPa, providing a volume of 200 L ha^{-1}. In the greenhouse the plants were under irrigation.

The visual toxicity symptoms were evaluated at 21, 35, 42, 49, 56 and 63 days after application (DAA) of herbicides, from the scale of notes from 0 (absence of intoxication) to 100 (plant death) according to the modified scale EWRC (1964). In the same period, the height was evaluated through a graduated ruler and the count of the number of tillers at the base of the plant. The SPAD index was evaluated on sheet +1, +2 and +3. At 63 DAA was collected the aerial part and root, conditioned in paper bag and dried in chamber with forced air circulation at 70 ºC, later the samples will be weighed in analytical balance.

The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) at 5% of probability and when significant the Tukey test was done ($p \leq 0.05$). To the data referring to the phytointoxification notes, regression curves were adjusted and presented in a graph.

RESULTS AND DISCUSSION

The dose ¼D did not cause visual intoxication in sugarcane plants in any evaluated period, being below 10%, a value considered acceptable in sugarcane crop. Higher values occurred from 28 DAA at doses ½D and D, where at 35 DAA they presented phytointoxication close to 30% (Figure 1). It is not common for sugarcane plants into intoxication when the recommended dose of the herbicide is used. However, the association of the herbicides diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl is indicated in Brazil for use in the dry season, ie, low rainfall (Giancotti et al., 2012; Toledo et al., 2015). In greenhouse in order to maintain the ideal conditions for the plant with controlled environment, thus there was greater availability of water in the soil and concentration of roots in the pot.

This result shows that planting pre-spruted seedlings should be more careful in the positioning of the herbicides as the time of application, because the presence of root system in the seedlings in contact with the herbicide in the soil, may cause intoxication and consequently damage to plant.

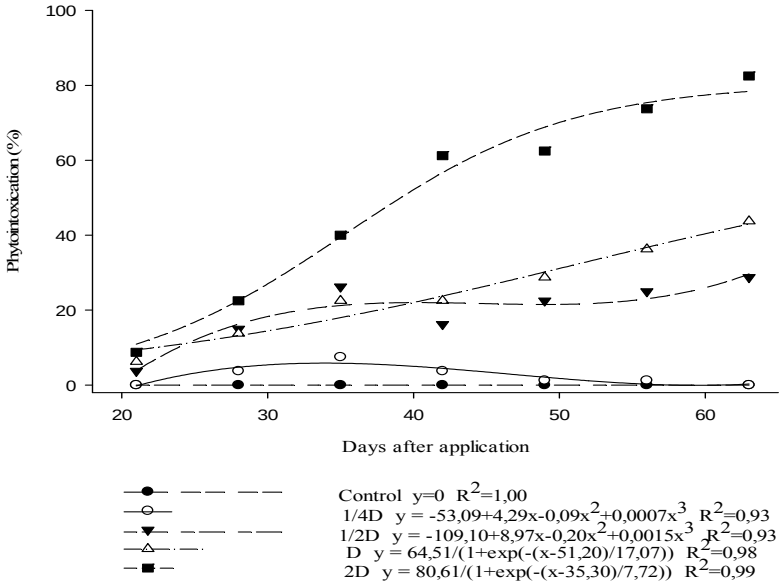


Figure 1 - Phytotoxification of pre-sprouted seedling of sugarcane by application of different doses of the association of herbicides diuron + hexazinone + sufometuron-methyl

The SPAD index is a parameter related to plant physiology. At 21 and 28 DAA herbicides affected the SPAD index, and in the 28 DAA there was an average reduction of 32% in relation to the control. At 42 days, twice the dose (2D) was the treatment with the lowest SPAD index value, remaining at the end of the study at 63 DAA (Table I). Diuron and hexazinone have as their mechanism of action the inhibition of photosystem II and the symptom caused is the chlorosis of the plant, and the alteration of leaf pigmentation directly affects the SPAD values.

Table I - SPAD index of sugarcane according to the applied doses of the association of herbicides diuron + hexazinone + sufometuron-methyl

Dose (g ha^{-1} i.a.)	Days after emergency						
	21	28	35	42	49	56	63
Control	38,85 a[3]	41,98 a	41,23 a	44,18 a	45,58 a	42,28 a	44,13 a
1/4 D[1]	29,20 b	32,25 b	37,20 ab	43,20 a	42,0 ab	41,58 a	44,10 a
1/2 D	23,20 b	26,15 b	26,25 c	34,13 b	33,35 ab	34,68 ab	43,43 a
D	25,75 b	27,55 b	30,08 bc	32,95 b	33,13 ab	34,0 ab	45,73 a
2D	28,63 b	27,83 b	27,0 c	24,73 c	30,13 b	26,03 b	31,43 b
CV (%)[2]	11,37	13,82	11,41	8,81	15,02	14,23	9,69

[1]D – dose, [2]CV – coefficient of variation, [3]Means followed by the same letter in the column do not differ by the Tukey test ($p \leq 0,05$).

The dry mass of aerial part (MSPA) was the most affected in all studied doses compared to control. And the root dry mass (MSR) at the dose 2D was reduced by 81% compared to the control (Table II). This information confirms the phytointoxication notes, making it clear that the presence of the root system in the soil layer where the herbicide presents mobility, whether indicated for dry season or not, is a very important factor that should be considered in the chemical control of weeds in system of planting with pre-sprouted seedlings.

Table II - Dry mass of aerial part and root dry mass of sugarcane according to the applied doses of the association of herbicides diuron + hexazinone + sufometuron-methyl

Dose (g ha^{-1} i.a.)	MSPA[3]	MSR[4]
Control	19,34 a[5]	7,47 a
1/4 D[1]	7,05 b	5,07 ab
1/2 D	5,20 b	2,83 bc
D	4,72 b	2,55 bc
2D	0,73 b	1,41 c
CV (%)[2]	15,87	16,26

[1]D – dose, [2]CV – coefficient of variation, [3]MSPA –Aerial part dry mass, [4]MSR – Root dry mass, [5]Means followed by the same letter in the column do not differ by the Tukey test ($p \leq 0,05$).

The number of tillers and height in all evaluations were also evaluated, but they did not present statistical differences.

CONCLUSIONS

The association of the herbicides diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl caused damage to the pre-sprouted seedlings of sugarcane of variety RB966928 from 1/2D when grown in irrigation conditions. Thus, the chemical control of weeds with the association of diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl in the MPB system of sugarcane should be carried out ith attention to the environmental conditions and mainly the availability of water in the soil.

REFERENCES

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETTI P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. Visão Agrícola, 2004, n.1, p.32-37. ISSN 1806-6402

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109). ISSN 1809-7693 Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Doc%20109_on>. Acessado em: 15/04/2017.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC - Comittee of Methods in Weed Research. Weed Research, 1964, v. 4, n. 1, p. 88.

GIANCOTTI, P.R.F., TOLEDO, R.E.B., ALVES, P.L.D.C.A., VICTORIA FILHO, R., NEGRISOLI, E., CASON, J.B., ROCHA, M. G. Eficácia de herbicidas em condições controladas para o controle de gramíneas infestantes de canaviais em estiagem. Revista Brasileira de Herbicidas, 2012, v. 11, n. 3, p. 269-275. ISSN 2236-1065

TOLEDO, R.E.B., SILVA JUNIOR, A.C., NEGRISOLI, R.M., NEGRISOLI, E., CORRÊA, M.R., ROCHA, M.G., VICTORIA FILHO, R. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. na cultura de cana-de-açúcar em época seca. Revista Brasileira de Herbicidas, 2015, v. 14, n. 4, p. 271-279. ISSN 2236-1065

MEZCLAS DE GLIFOSATO LS 48 PARA REDUCIR EL TIEMPO ENTRE LA APLICACIÓN Y EL CONTROL DE MALEZAS PROBLEMA EN CAÑA DE AZÙCAR

GLYPHOSATE MIXES LS 48 TO REDUCE TIME BETWEEN THE APPLICATION AND CONTROL OF WEEDS PROBLEM IN SUGAR CANE

Téllez, R[1], García, I[2], Rodríguez, L[2], Guerra J[2] y Mesa J[1].

[1] Estación Territorial de Investigaciones de la caña de Azúcar Granma
[2] Instituto de Investigaciones de la Caña Azúcar.
* e-mail: reynerio.tellez@gesagr.azcuba.cu

RESUMEN

La necesidad de buscar nuevas opciones para reducir el tiempo entre la aplicación del Glifosato y el control de las malezas constituyó el objetivo del trabajo. Se evaluó el efecto de Glifosato LS 48 a 3 Lha^{-1} en mezcla con trifloxysulfuron sodio GD 75 (**Envoke**) a 0,02 $kgha^{-1}$ en comparación con el tratamiento tradicional, Glifosato 5 Lha^{-1} + Regulux 0.30 Lha^{-1}. El tratamiento de Glifosato LS 48 a 3 Lha^{-1} + trifloxysulfuron sodio GD 75 a 0.02 $kgha^{-1}$ en àrea sin caña resultó superior al tratamiento estándar de Glifosato para el control de Cynodon dactylon, Sorghum halepense, Ipomoea trífida, Echinochloa colona, Digitaria adscendens, Dichanthium annulatum y Rhynchosia mínima y otras malezas anuales como Rottboellia conchinchinensis que fueron totalmente controladas, con una reducción significativa de los días de control, costo y dosis. El tratamiento evaluado logró un mayor control de especies dico y monocotiledonéas, que “escapan” al tratamiento tradicional de Glifosato.
Palabras clave: Malezas, herbicidas, caña de azúcar.

ABSTRACT

The need to look for new options to reduce the time between the application of Glyphosate and the control of weeds was the objective of the work. The effect of Glyphosate LS 48 to 3 Lha-1 in a mixture with trifloxysulfuron sodium GD 75 at 0.02 kg ha-1 was evaluated compared to the traditional treatment, Glyphosate 5 Lha-1 + Regulux 0.30 Lha-1. The treatment of Glyphosate LS 48 to 3 Lha-1 + trifloxysulfuron sodium GD 75 to 0.02 kg ha-1 in the area without cane was superior to the standard treatment of Glyphosate for the control of Cynodon dactylon, Sorghum halepense, Ipomoea trífida, Echinochloa colona, Digitaria adscendens , Dichanthium annulatum and minimal Rhynchosia, and other annual weeds such as Rottboellia conchinchinensis, which were completely controlled, with a significant reduction in days of control, cost and dose. The evaluated treatment achieved a greater control of dico and monocotyledon species, that "escaped" to the traditional treatment of Glyphosate.
Key words: Weedses, herbicides, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

Entre los métodos de control de malezas en caña de azúcar, los herbicidas tienen gran importancia, debido a que brindan un efecto más duradero, alta productividad y un uso más racional de mano de obra, por lo que su empleo resulta económicamente viable en la generalidad de los casos cuando se cumplen los parámetros técnicos establecidos.

La plantación de la caña de azúcar requiere no sólo de suelo bien preparado y de adecuado contenido de humedad, sino también debe estar libre de malezas para facilitar la acción de los herbicidas residuales y el desarrollo inicial del cultivo. Sin embargo, la calidad de la preparación de tierra y siembra en ocasiones se

ven afectadas por exceso de humedad y la presencia de especies de malezas perennes, que requieren la aplicación de un herbicida sistémico como glifosato para su eliminación, lo cual retrasa las labores porque éste es un producto que requiere de 20 a 30 días para completar el control de las especies mencionadas.
En el presente trabajo se describen los resultados del uso del herbicida *trifloxysulfuron sodio GD 75 (Envoke GD 75)* del portafolio de la Compañía Syngenta Iberoamericana S.A en mezcla con Glifosato LS 48 en plantaciones comerciales de caña de azúcar en Cuba en diferentes estadios de desarrollo del cultivo y las malezas y variadas condiciones edafoclimáticas, donde se ponen de manifiesto la eficacia de esta mezcla en tratamientos de pre plantación y en áreas sin caña, facilitando así las labores futura de siembra, preparación de suelo y limpia de canales y guardarrayas.
El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de la Mezcla de Glifosato LS 48 + *trifloxysulfuron sodio GD 75* en el control de especies perennes y reducir el tiempo entre la aplicación y el control de las malezas**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron dos extensiones en áreas de las Unidades Básicas de Producción Cooperativas "Andrés Cueva" y "Cartagena", de las Empresas Azucareras"Arquímedes Colina" y "5 de Septiembre", respectivamente, para determinar la eficacia de la mezcla de Glifosato más trifloxysulfuron sodio, sobre suelo Cambisol [2]. El diseño experimental utilizado fue en franjas, con 4 tratamientos y 5 réplicas, estableciéndose cuatro estaciones de muestreo por tratamiento (4 surcos de 10 m de longitud, espaciados a 1,60 m, para un área de 64 m^2).
Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron antes de la plantación de la caña de azúcar en postemergencia tardía de las malezas, utilizando asperjadoras integrales de 800 L con boquillas F110 de abanico plano no uniforme, con solución final calibrada a 200 L/ha a una presión de 3 bar. Las especies de malezas predominantes fueron: Cynodon dactylon (hierba fina), Rottboellia conchinchinensis (zancaraña), Ipomoeas trífida (bejucos aguinaldo), Sorghum halepense (Don Carlos), Dichanthium annulatum (pitilla villareña), Echinochloa colona (metebrabo), Digitaria adscendens (pata de gallina), y Rhynchosia mínima (bejuco culebra) con una cobertura total de 80%, y una altura de las malezas entre 30 a 80 cm, buena humedad de suelo en el momento de la aplicación (tabla I).

Tabla I. Tratamientos y dosis utilizados.

No.	**Tratamientos**	**Dosis (**$kgha^{-1}$ **o** Lha^{-1} **p.c)**
1	Testigo absoluto o sin aplicar	-
2	Glifosato LS 48 + Regulux	5 + 0.3
3	Glifosato LS 48 + Regulux	3 + 0.3
4	Glifosato LS 48 + trifloxysulfuron sodio GD 75	3 + 0.02

A diferentes intervalos después de la aplicación (12, 20 y 40 dda) se realizaron evaluaciones de eficacia herbicida en el control de malezas y de tolerancia del cultivo usando la escala EWRS de nueve grados [3], citado por [1].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 12 días después de la aplicación (dda) el control general de malezas fue mejor en la variante de Glifosato LS 48 mezclado con trifloxysulfuron sodio GD 75 (3 Lha^{-1} + 0.02 kg ha^{-1}p.c.) (Figura 1), donde se apreciaba muerte total de todas las malezas, incluyendo las especies dicotiledóneas, tolerantes a Glifosato aplicado solo (Fig. 1). En esa fecha los demás tratamientos incluido el estándar a base de Glifosato LS 48 + Regulux (5 L ha^{-1} + 0.3 L ha^{-1} p.c.), mostraban secado parcial del follaje de las especies presente.

Fig. 1 Control de malezas a 12 dda

A los 20 dda se mantuvo la diferencia de control entre tratamientos, apreciándose destrucción total de las malezas en el tratamiento de glifosato CS 48 a 3 Lha^{-1} + trifloxysulfuron sodio GD 75 a 0.02 kg ha^{-1} p.c. (Fig. 2 y 3), mientras que en la variante de glifosato CS 48 a 5 l/ha + Regulux 0.3 L ha^{-1} p.c.), se observó una necrosis media. A los 40 dda todos los tratamientos presentaron un control total a las especies tratadas, no observándose diferencia significativa entre ellos.

Fig. 2 Control de malezas a 20 dda

Fig. 3 Control de malezas a 40 dda

Este resultado demuestra el efecto sinérgico de trifloxysulfuron sodio GD 75 (Envoke) en la acción de control de Glifosato LS 48 sobre las malezas tratadas, lo cual resulto beneficioso para la eliminación de las mismas antes de la plantación o preparación de suelo, a partir de los meses lluviosos, donde la preparación de suelo tiene menos calidad y la necesidad de agilizar la siembra se hace necesario , por tanto la rapidez con que se eliminen las malezas favorece a realizar las labores de preparación de tierra con una mejor calidad y eficiencia.

La mezcla de Glifosato 3 L ha $^{-1}$+ trifloxysulfuron sodio GD 75 (0.02 kg ha^{-1}) fue económicamente menos costosa, comparado con el estándar de glifosato (5 L ha^{-1}) acidificado a pH 5 con Regulux (0.3 L ha^{-1}), por lo cual, el empleo de este tratamiento de herbicida se justifica porque constituye un ahorro de 2 Lha^{-1} de Glifosato (Tabla II).

Tabla II. Costos de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	**Dosis (L o, kg/ha)**	**Costo (USD/ha)**	**Porcentaje de Control**		
			12 DDA	**20 DDA**	**40 DDA**
Glifosato LS 48+Regulux	5 + 0.3	22,11	40	65	100
Glifosato LS 48+trifloxysulfuron GD 75	3 + 0.02	20.84	95	100	100
Glifosato LS 48+Regulux	3 + 0.3	13,86	35	55	75

En áreas sin caña el tratamiento de Glifosato LS 48 a dosis de 3 Lha^{-1} +Trifloxisulfuron sodio GD 75 a 0.020 kgha^{-1}, resultó superior al tratamiento estándar de Glifosato LS 48 sólo a 5 Lha^{-1}, con lo cual se consigue disminuir entre la aplicación y el control de las malezas en alrededor del 35 % del tiempo comparado con el tratamiento estándar (tabla II).

CONCLUSIONES

La mezcla de Glifosato LS 48 a 3 Lha^{-1} p.c. +trifloxysulfuron GD 75 a 0.02 kgha^{-1} p.c. posibilitó reducir en un 35 % los días entre la aplicación y el control de las malezas, así como incrementó significativamente el control post-emergente de todas las especies de malezas evaluadas, incluyendo las dicotiledóneas que "escapan" del tratamiento estándar.

El costo del tratamiento de glifosato CS 48 a 3 Lha^{-1} p.c. + trifloxysulfuron sodio GD 75 a 0.02 kgha^{-1} p.c fue inferior en 1.27 USD/ha, respecto al estándar de glifosato a 5 Lha^{-1} p.c. acidificado con Regulux a 0.3 Lha^{-1} hasta pH 5, además de constituir un ahorro de 2 Lha^{-1} menos de Glifosato.

REFERENCIAS

[1]. CibaGeigy. 1981. Manual para Ensayos de Campo. 2da ed., Basilea, 205 p.

[2]. Hernández, A:, Pérez, J. M:, Bosch, D., Rivero, L. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR. 64 pp.

[3]. Johannes, H. y Schuh, J. (1971). Das Bonitierungsschema 1-9. En: European Weed Research Council (EWRC), Begbroke Hill, Kidlington, Oxford.

[4]. Laycock, D.S.2004. Sampling and assessment methodology. En: Manual for Field Trials in Crop Protection, Syngenta, Basilea, p. 45-54.

LA VIGILANCIA FITOCUARENTENARIA Y LAS ARVENSES

VIGILANCE QUARENTAIN AND ARVENSES

José J. Torrent Molina[1] y Jeanko Asteazarain Viciedo[2]

1. Director LAPROSAV Matanzas Email **estadistica@sv.mtz.minag.gob.cu**
2 .Especialista Cuarentena Vegetal Email **estadistica@sv.mtz.minag.gob.cu**

RESUMEN

Son bien conocidos los efectos dañinos que causan las arvenses en los ecosistemas Sirven de hospedante intermediario de otros organismos nocivos. Una importante cualidad de las arvenses está relacionada con su capacidad para migrar a través de las corrientes aéreas y el comercio. La inmigración de las especies exóticas a hábitats hasta entonces desocupados presenta algunos ejemplos espectaculares de aparición de especies de maleza (Labarada 2000). En Cuba se reportan más de 300 especies de plantas con estas características (Dra. R. Oviedo del Instituto de Ecología y Sistemática. (Periódico Juventud Rebelde 2015) especies de plantas consideradas arvenses no reportadas en el país y que representan una amenaza para la agricultura ..De estas especies se escogieron 5 para actualizar la evaluación de riesgos que le concedió la condición de especie cuarentenaria. De estas especies 3 son parásitas.
Palabra clave. Vigilancia, riesgo, arvenses.

ABSTRACT

The harmful effects are well-known that the arvenses in ecosystems cause. They are used as another noxious organisms's intermediary hospedante. An arvenses's important attribute is related to his capability for migrar through aerial currents and the commerce. The immigration of exotic sorts to habitats until then vacated presents some spectacular examples of appearing of species of weeds (Labrada 2000.).In Cuba 300 species of plants with these characteristics according to offered information, yield over(the Dra. Ramona Oviedo. Juventud Rebelde 2015 .Pest Quarentains list of the Republic of Cuba in his GrupoTo includes 28 species of considered plants arvenses yielded at the country and that they represent a threat for agriculture..Of these sorts they chose 5 to update the evaluation of risks that conceded the condition of sort cuarentenaria. Of these sorts 3 are parasitic.
Key words: Vigilance, risk, arvenses

INTRODUCCIÓN

Son bien conocidos los efectos dañinos que causan las arvenses en los ecosistemas Los principales efectos sobre los cultivos causados por estas especies son los siguientes:

- Reducción de los rendimientos por interferencia como competencia y alelopatía
- Disminución de la calidad de las cosechas.
- Reducción del valor de los productos.
- Interferencia en la recolección.
- Incremento de los costos de producción.
- Sirven de hospedante intermediario de otros organismos nocivos.

Una importante cualidad de las arvenses está relacionada con su capacidad para migrar a través de las corrientes aéreas y el comercio. La inmigración de las especies exóticas a hábitats hasta entonces desocupados presenta algunos ejemplos espectaculares de aparición de especies de maleza. La Lista de Plagas Cuarentenarias de la República de Cuba en su Grupo A-1 incluye 28 especies de plantas consideradas arvenses no reportadas en el país y que representan una amenaza para la agricultura.
De estas especies se escogieron 5 para actualizar la evaluación de riesgos que le concedió la condición de especie cuarentenaria. De estas especies 3 son parasitas.
El criterio de selección fue basado en, el impacto económico, el impacto ambiental, la probabilidad de introducción y establecimiento.

Tabla 1. Algunas características de las especies seleccionadas:

Características	1	2	3	4	5
Alto productor de semilla.	230- 500 mil	30 mil	Alto	250 mil- 1 millón	Alto
Largo periodo de latencia.	18 años	3 años	Muy largo	10 o más años	14 años
Impacto económico.	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Impacto ambiental.	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio
Diversidad de hospedantes	Alto	Bajo	Alto	Alto	Medio
Posibilidad de adaptación	Alta	Alta	Alto	Alto	Alto.

Leyenda: 1. Amaranthus retroflexus, 2. O. rufipogon, 3 Cuscuta spp, 4. Orobanchespp, 5. Strigaspp
(Información tomada del CABI versión 200

MATERIALES Y METODO

Se actualizó el Análisis de Riesgo de 5 especies del Grupo A-1 de las 28 que aparecen en la Lista de plagas cuarentenarias de la República de Cuba .Las especies seleccionadas fueron: Amararnthus retroflexus L. OryzarufipogonGriss.F., Cuscuta spp. Orobanchespp y, Strigaspp.El criterio de selección fue basado en, el impacto económico, el impacto ambiental, la probabilidad de introducción y establecimiento. La actualización se realizó mediante el empleo de la metodología para análisis de riesgo de plaga (ARP) versión 5.3 de 2004, empleada por el APHIS del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos una vez aplicada la metodología empleada por APHIS, del Departamento de Agricultura de Estados Unidos son los siguientes:

Tabla 3.Repercusión de la introducción:

Indicador	1	2	3	4	5
Condiciones climáticas	3	3	3	3	3
Potencial de establecimiento	3	3	3	3	3
Impacto económico	3	3	3	3	3
Impacto ambiental	3	3	3	3	1
Total de puntos	12	12	12	12	10
Calificación cualitativa	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio

Leyenda. 1. A. retroflexus ,2. O. rufipogon, 3. Cuscuta sp. ,4. Orobanchesp y 5, Strigasp.

Tabla 4. Evaluación de la probabilidad de introducción.

Indicador	1	2	3	4	5
Muy probable o cierto	3				
Probablemente			2	2	
El punto bajo, sino claramente posible		1			1
Sumamente improbable	-	-	-	-	-
Total de puntos	3	1	2	2	1
Calificación cualitativa	Alto	Bajo	Medio	Medio	Bajo

Leyenda. 1. A. retroflexus ,2. O. rufipogon, 3. Cuscuta sp.4. Orobanchesp y 5, Strigasp.

Tabla 5. El riesgo potencial de las especies seleccionadas.

Indicador	1	2	3	4	5
Probabilidad de introducción	3Alto	1Bajo	2Medio	2Medio	1Bajo
Consecuencias de la introducción	3Alto	3Alto	3Alto	3Alto	3Alto
Potencial global de riesgo de la plaga	3Alto	2Medio	3Alto	3Alto	2Medio
Total de puntos	3	1	2	2	1
Calificación cualitativa	Alto	Bajo	Medio	Medio	Bajo

Leyenda. 1. A. retroflexus ,2. O. rufipogon, 3. Cuscuta sp.4. Orobanchesp y 5, Strigasp.

CONCLUSIONES

1. La especie A. retroflexus es la mayor potencial de riesgo para la agricultura cubana.
2. Las especies de Cuscuta, se consideran con potencial medio teniendo en cuenta su rango de hospederos, la producción de semilla y lo difícil que resulta su diagnóstico.
3. Las especie de Orobanche, cuando se manifiesta la parasita y es vista ya el daño está hecho.
4. Se demostró que el análisis que realiza el LCCV a toda la semilla que arriba al país, conjuntamente con el ARP,es importantísimo para la prevenir la de introducción de semillas de arvense.

REFERENCIAS

1. Acuña Gale J. Plantas indeseable de los cultivos cubanos. INIFAT 1974.
2. APHIS. Weed Risk Assessment Template. Versión 5.3 August 2004.
3. CABI Versión 2007.
4. FontaineRodriguezYaneisy Lic. Caracterización del género Cuscuta. LCCV, CNSV 2014.
5. Han Li Yang. Malezas parásitas Malezas. Capitulo 7 Malezas parasitas. 2000.
6. Mederos Mederos Dagoberto y Amador IrureRailen. Sanidad Vegetal Tomo 2. Editorial Félix Varela 2011.
7. Lista de Plagas Cuarentenarias de la República de Cuba. CNSV 2007.
8. Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal. Resultados del análisis de semilla importada. CNSV 2013.
9. Labrada R y Parker C. Malezas Cap. 1 El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. 2000.
10. Oviedo Ramona Dra. Instituto de Ecología y Sistemática. Periódico Juventud Rebelde, Miércoles 11 de febrero 2015.

XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO Y III IBEROAMERICANO DE MALEZAS ALAM,CUBA 2017

CAMBIOS Y EVOLUCION DE LAS ARVENSES ASOCIADAS AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN AREAS CAÑERAS DE LA PROVINCIA SANCTI SPIRITUS

CHANGES AND EVOLUTION OF THE ARVENS ASSOCIATED TO THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE IN AREAS CAÑERAS OF THE SANCTI SPIRITUS PROVINCE

Francisco, V.*; Cruz, O.; Fernández, C.; Zuaznabar, R.; Rodríguez, L.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba.
* vidal.francisco@inicass.azcuba.cu

RESUMEN

El manejo de las arvenses es efectivo si se conocen las especies presentes, esencial para el agricultor para seleccionar los tratamientos eficaces. El objetivo del trabajo es evaluar los cambios y evolución de la flora de arvenses existente en áreas cañeras en la provincia, desde 2006 al 2016. Los datos se tomaron de las encuestas realizadas por el servicio de control integral de malezas, para su identificación se utilizó el Manual de Malezas de la Caña de Azúcar. Se clasificaron, por su frecuencia de aparición en: Accidental (< 25 %); Poco frecuente (desde ≥25 hasta ≤49 %); Medianamente frecuente (desde ≥50 hasta ≤74 %) y Muy frecuente (desde ≥75 hasta ≤100 %). Se obtuvo como resultado que existen 18 especies, el 50% pertenecen a las Poaceae, en este período las que más incrementaron su frecuencia fueron la *Mucuna pruriens y Sorghum halepense* mientras disminuyo la *Rottboellia cochinchinensis* y *Brachiaria mutica*.
PALABRAS CLAVE: palabra clave (Arvenses, Control, Caña de azúcar)

ABSTRACT

The management of the weeds is effective if the present species are known, essential for the farmer to select the effective treatments. The objective of this work is to evaluate the changes and evolution of the existing arable flora in sugarcane areas in the province, from 2006 to 2016. The data were taken from surveys conducted by the weed control service for identification purposes The Weed Manual of the Sugar Cane. They were classified according to their frequency of occurrence in: Accidental (<25%); Uncommon (from ≥25 to ≤49%); Moderately frequent (from ≥50 to ≤74%) and Very common (from ≥75 to ≤100%). It was obtained that there are 18 species, 50% belong to the Poaceae, in this period the ones that increased most frequently were Mucunapruriens and Sorghum halepense while Rottboellia cochinchinensis and Brachiaria mutica decrease.
KEY WORDS: key word (*Weeds, control, sugarcane)*

INTRODUCCIÓN

Considerando la importancia de conocer las especies de malezas presentes y sus variaciones en el tiempo, para el diseño de un manejo integrado de las mismas, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar los cambios y evolución de la flora de arvenses existente en áreas cañeras en la provincia de Sancti Spìritus, desde el año 2006 al 2016

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos para la ejecución de este trabajo se tomaron de las encuestas de identificación de arvenses, realizadas por el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM), desde los años 2006 al 2016, esto se ejecutó a través de una encuesta que se aplicó en las unidades productoras de la siguiente forma: Se

determinó la composición de especies de arvenses de campos individuales, donde se recorrieron sus diagonales. Para su identificación se utilizó la metodología descrita en el Manual de Malezas de la Caña de

Azúcar (Rodríguez *et all,* 2008), el sistema automatizado de soporte de decisiones PC malezas que contiene las 35 especies principales en el cultivo de la Caña de Azúcar y de la galería de fotos de especies de arvenses disponible en formato digital. (Díaz, 2006).

Las determinaciones se realizaron entre la segunda quincena de mayo y todo el mes de junio y se clasificaron las arvenses a nivel territorial, por su frecuencia de aparición en Accidental (< 25 %); Poco frecuente (desde ≥25 hasta ≤49 %); Medianamente frecuente (desde ≥50 hasta ≤74 %) y Muy frecuente (desde ≥75 hasta ≤100 %). (Díaz, 2006)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 18 especies de arvenses, 9 incluidas en la familia de las *Poaceae,* con un índice de diversidad del 50%, le siguieron las *Fabaceae* con 20% y a continuación las *Convolvulaceae, Cyperaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae* cada una con el 6%, respectivamente (Figura 1).

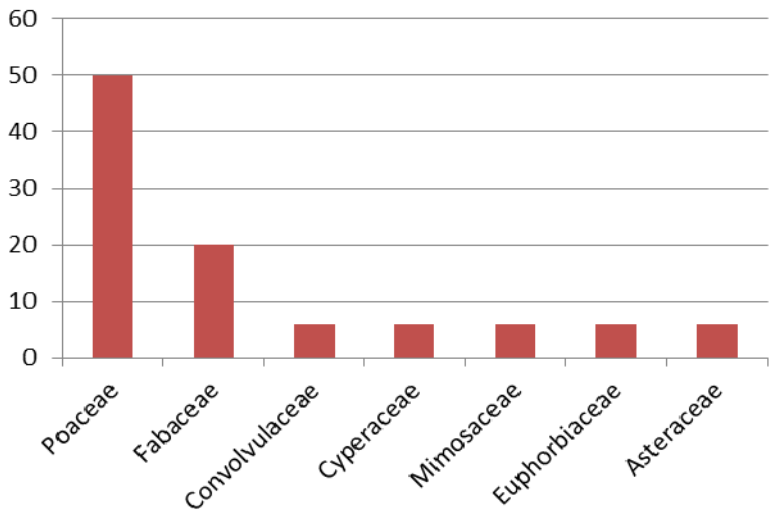


Figura 1. Indice de diversidad de las familias

En la figura 2 se refleja que existen dos arvenses muy frecuentes (*Dichanthium annulatum* Forsk *y Panicum máximum* Jacq.), una arvense medianamente frecuente (*Mucuna pruriens* (L.) DC), tres poco frecuente *(Sorghum halepense*(L.) Pers, *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapfz y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton) y doce arvenses accidentales (*Ipomoea trifida* (Kunth), *Rhynchosia minima*, *Cyperus rotundus* L, *Euphorbia heterophylla* L, *Dichrostachys cinérea* (L), *Echinochloa colona* (L), *Brachiaria subquadriparia* (Trin.), *Eleusine indica* (L), *Bidens pilosa* L, *leucaena leucocephala, Albizia Procera y Cynodon dactylon* (L.). Para un control efectivo de esta diversidad de arvenses es necesario conocer las características de cada especie presente, (Hernández *etal*., 2009), y poder integrar los diferentes métodos.

En la Figura 3 se muestra su aumento en más de un 5%, debido en lo fundamental por mala calidad en la preparación de suelo. Según Martínez (2015) estas dos arvenses son las más distribuidas en el país y que están asociadas al cultivo de la caña de azúcar.

En la figura 4 se muestra que entre las arvenses medianamente frecuentes está la *Mucuna pruriens* que se

incrementó de más de un 20%. Según Hernández *et al*., (2014), la inobservancia de medidas preventivas de control de malezas, como la limpieza de los equipos de cosecha y aperos de labranza, desde áreas infestadas, se puede citar como la causa fundamental de este fenómeno. También partir del año 2010 comenzó el incremento del *Sorghum halepense* (L.) Pers en más del 20%. Las preparaciones suelo deficientes, como consecuencia de la no observancia del tiempo entre las labores y el uso de implementos inadecuados, constituyen la causa del incremento de esta especie.

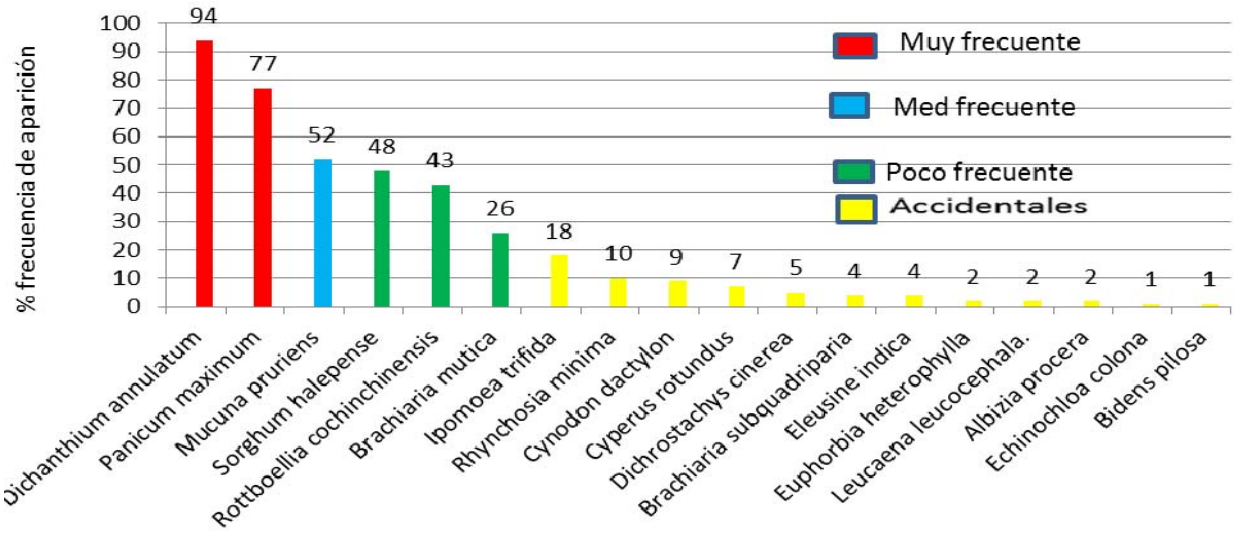


Figura 2. Promedio de valores de frecuencia de aparición de las arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en la provincia de Sancti Spíritus, periodo 2006-2016.

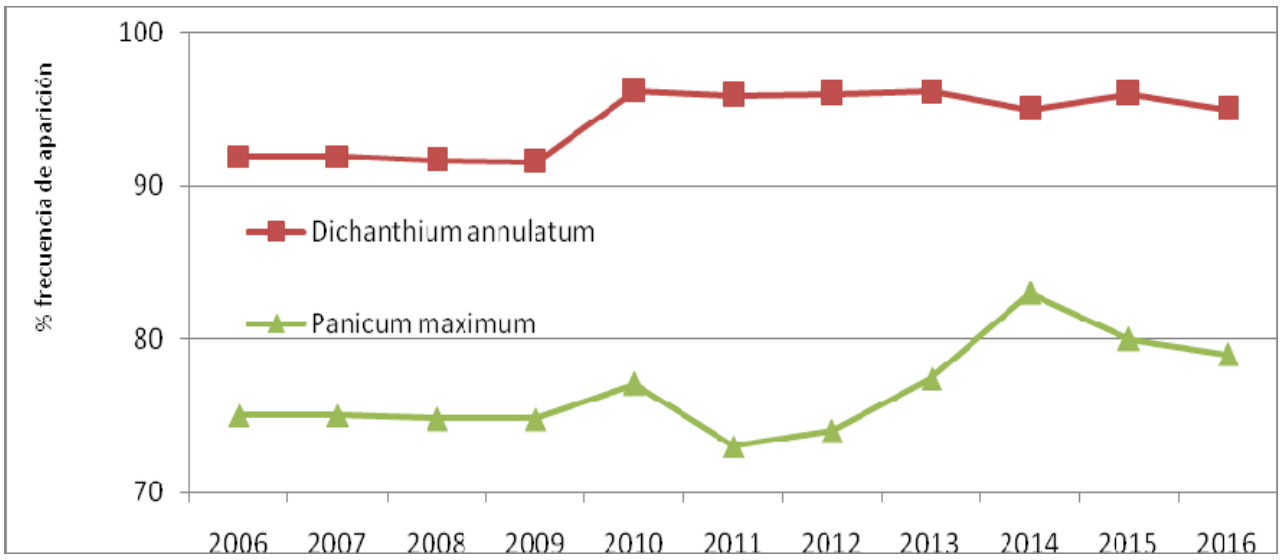


Figura 3.Porcentaje de incremento de la frecuencia, respecto al año 2006

Las arvenses que disminuyeron *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton en un 24 % se debe a que es una especie muy susceptible a cualquier tipo de control, y de manera especial a los herbicidas, (Labrada, Parker y Caseley 2003) y *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapfz se debe al aumento en los últimos años de la población en las plantaciones cañeras, ya que esta especie no admite el sombreo para su desarrollo.

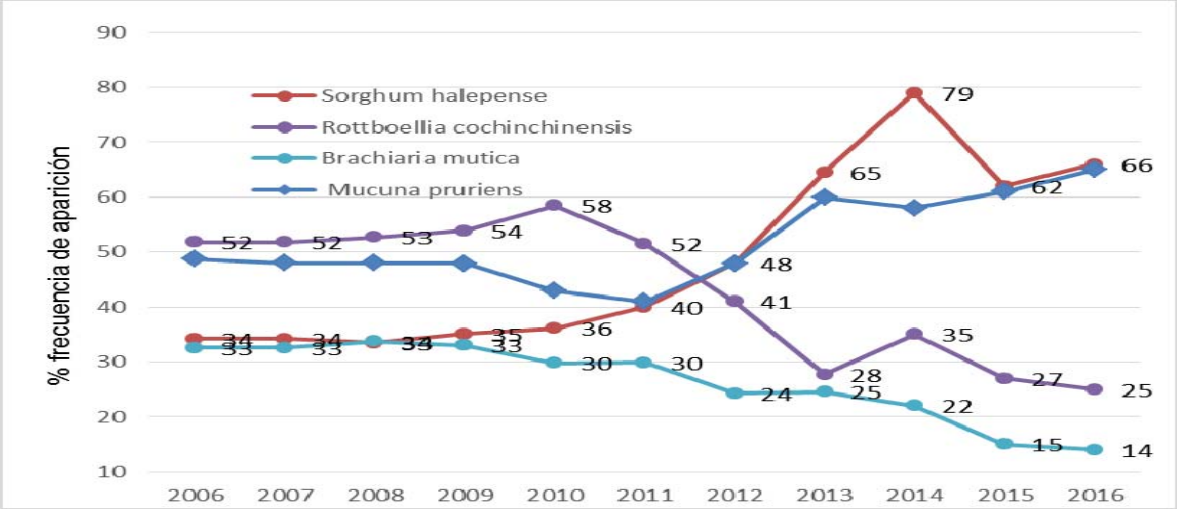


Figura 4.Porcentaje de incremento y disminucion de las medianas y poco frecuentes, respecto al año 2006

CONCLUSIONES

1. Se reportó la presencia de 18 especies de arvenses de ellas el 50% de las Poaceae.
2. De las arvenses identificadas dos se agruparon en la categoría de muy frecuentes, una medianamente frecuente, tres poco frecuente y 12 en la de accidentales.
3. Durante el período evaluado las arvenses que más incrementaron su frecuencia fueron la *Mucuna pruriens y Sorghum halepense*, en tanto la *Rottboellia cochinchinensis* y *Brachiaria mutica* fueron las que más disminuyeron.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez, Clara N., Díaz, J.C., Ricardo, Nancy., Espino, Eyda., Fuentes, A., Rodríguez, Eida. y Pérez, D. (2008). Principales Arvenses en los Cañaverales de Cuba. En: Díaz J.C. Control Integral de Arvenses en Caña de Azúcar. IX ed. La Habana: Publinica. p. 9-31. ISBN 959-246- 145-7.85.
2. Díaz, J. C. (2006). Procedimientos del servicio de control integral de malezas (SERCIM) en caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio del Azúcar. 100 p.
3. Hernández, H., Santana, O., Díaz J. C., Chinea, A. y González, Yolanda. (2009). Prueba de extractos de plantas alelopáticas para el control de arvenses. Memorias 60 Aniv. EPICA Matanzas. CD-ROM ISSN 1028- 6527, 7 pp.
4. Álvarez, A. (2012). Las malas hierbas. Pérdidas en azúcar y económicas. II Congreso Nacional Ciencias de Arvenses, La Habana, pp.56-58.
5. Martínez, R. (2015). Cambios en la frecuencia de las especies de malezas asociadas al cultivo de la caña de azúcar en CUBA, a lo largo de 5 años de cultivo. XXII Congreso de la ALAM
6. Hernández, O., P. Bombino, Dorkis Terry, J. González, R. Cruz, Eulalia Ojeda, M. Tamayo y L. Santos. Incidencia de las principales arvenses que afectan al cultivo de la Caña de Azúcar en la Empresa Azucarera Ciego de Ávila. En: Jornada Científico Productiva 50 Aniversario del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (L: 2014, Noviembre, 10-14: Matanzas-Villa Clara). [CD-ROM]. Jornada Científico Productiva 50 Aniversario del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2014.
7. Labrada, R., Parker, C. y Caseley, J.C. (2003). En manejo de arvenses para países en desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal. Vol 120.

EVALUACIÓN ECONÓMICA, ENERGÉTICA Y AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.* Híbrido)

ECONOMIC EVALUATION, ENERGETICS AND ENVIRONMENTAL OF TECHNOLOGIES OF WEED CONTROL IN THE SUGARCANE (*Saccharum spp.* Híbrido).

Frank J. Viera Barceló[1] y Luis Escobar Cruz[2]

[1] Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Las Tunas, Cuba, CP 75200. fviera@ult.edu.cu
[2] Empresa Azucarera Majibacoa.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en áreas de producción de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas, Cuba; para hacer una evaluación económica, energética y ambiental de tecnologías de manejo de arvenses en caña planta de primavera quedada, en tres tipos de suelos. En el área experimental se trazaron parcelas, según un diseño de bloques al azar, se evaluaron nueve tecnologías, donde se combinaron el control mecánico y el químico, se utilizó la limpia manual, la tracción animal, el cultivo mecanizado, maquina asperjadoras y mochilas A las diferentes tecnologías se le determinó utilidades económicas, eficiencia energética, carga contaminante hacia la atmósfera y efectos sobre la compactación del suelo a través de la resistencia a la penetración. Se obtuvo que las tecnologías más eficientes de modo general fueron aquellas que incluyeron el herbicida Isoxaflutole, donde se utilizó menor cantidad de pases de implementos agrícolas y aplicaciones de herbicidas.

Palabras clave. Caña de azúcar, herbicidas, medio ambiente, energía.

ABSTRACT

The research was carried out in areas of production from Majibacoa Sugar Enterprise, Las Tunas province, to make an economic, energetics and environmental evaluation of technologies of weed control in spring cane plant, in three types of soils. In the experimental area, parcels were traced, according to a random blocks design with four replications. Nine technologies were evaluated, where the mechanical control and the chemist were combined with the manual cleaning, the animal traction and the mechanical cultivator was used and as means of application of herbicides, sprayer machine and backpack. To the different technologies it was determined economic utilities, energetic efficiency, loads pollutant towards the atmosphere and effects on the compaction of the soil through the resistance to the penetration. It was obtained that the most effective technologies were those which included the Isoxaflutole herbicide, where it was used smaller quantity of agricultural implements passes and applications of herbicides.

Key words: sugarcane, weed control, herbicides, environment, energy.

INTRODUCCIÓN

Las arvenses afectan severamente la producción de caña de azúcar, por lo que su control se debe iniciar inmediatamente después de la plantación o la cosecha, utilizando todos los medios disponibles en el momento oportuno. La competencia en los primeros cuatro meses provoca las mayores reducciones de los rendimientos de caña y azúcar, esto es lo que se conoce como período crítico. Comúnmente se necesitan de tres a cuatro labores de desyerbe en esta etapa (1).

El tránsito de la maquinaria agrícola es una de las causas fundamentales de la compactación de los suelos, también son una fuente importante de contaminación atmosférica, debido a la emisión de gases producto de la combustión del diésel. Con el uso de varias tecnologías de cultivo, se alcanzan diferentes balances energéticos, debido fundamentalmente a los consumos de combustibles (2).

En Cuba se reportan numerosas investigaciones sobre diferentes métodos de control de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar; en ellas predominan las evaluaciones de la efectividad técnica y valoración económica, pero no se reportan trabajos sobre balances energéticos y son escasos los relacionados sobre daños al ambiente. Esta situación de trabajos investigativos, se ha puesto de manifiesto en nuestro país, en unidades de producción agrícola, ganaderas e integradas (3).

El objetivo de este trabajo fue evaluar tecnologías de manejo de arvenses desde el punto de vista económico, energético y ambiental en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp. híbrido*), cepa primavera quedada, en tres tipos de suelos, de la Empresa Azucarera Majibacoa de la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

Diseño experimental
En bloques al azar: se marcaron franjas en el campo con la ayuda de estacas de madera, formadas por ocho surcos de caña de 100 m de longitud y una distancia de camellón de 1,60 m, estas parcelas tuvieron un área de 1.280 m^2. Las nueve tecnologías evaluadas constituyeron los tratamientos (Tabla 1), cada una se aplicó en cuatro franjas de terreno, que se consideraron como réplicas.

Tabla 1. Tecnologías de manejo de arvenses en cepa primavera quedada.

No	Tecnologías
1	Cultivadora de buey+ Azada
2	Ametrina 2 $kg.ha^{-1}$+ 2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)+Azada- MSMA 3 $l.ha^{-1}$ + 2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)+Azada
3	Ametrina 2 $kg.ha^{-1}$ + 2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)- MSMA 3 $l.ha^{-1}$ + 2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
4	Cultivador FC-8+Azada- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
5	Cultivador FC-8+Amet 2 $kg.ha^{-1}$ +2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)- MSMA 3 $l.ha^{-1}$ + 2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
6	Isoxaflutole (AM)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
7	Isoxaflutole (Ma)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
8	Isoxaflutole (AM)- Descepe, Glufosinato 1,5% v/v (AM)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)
9	Isoxaflutole+Ametrina 1,5 $kg.ha^{-1}$+2,4-D 2 $l.ha^{-1}$ (Ma)- MSMA 3 $l.ha^{-1}$ + 2,4D 2 $l.ha^{-1}$ (AM)- Cultivo con GM- APC: Glufosinato 2 $l.ha^{-1}$ (AM)

(AM): Asperjadora manual, (Ma): Máquina asperjadora, GM: Grada Múltiple, APC: Aplicación pre-cierre, Fpr: Suelo Fersialítico Pardo rojizo, Pm: Suelo Pardo Mullido, Verti: Suelo Vertisol.

El Isoxaflutole se aplicó con las siguientes dosis: Suelo Fersialítico: 0,15 $kg.ha^{-1}$ pc, Suelo Pardo: 0,20 $kg.ha^{-1}$ pc, Suelo Vertisol: 0,25 $kg.ha^{-1}$ pc

Evaluaciones realizadas

_ Ingresos de energía (IE), Egresos de energía (EDE), Eficiencia energética (EE), Resistencia a la penetración (RP), Carga contaminante hacia la atmósfera (CCT), Rendimiento agrícola y Valoración económica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia energética

Las mayores eficiencias energéticas se alcanzaron en los tres tipos de suelos al aplicar las tecnologías que incluyeron el herbicida Isoxaflutole, con los mejores resultados en la tecnología 8: Isoxaflutole (AM)- Descepe químico con Glufosinato de amonio 1,5% v/v (AM)- Cultivo con grada múltiple- Aplicación pre-cierre con Glufosinato de amonio 2 $l.ha^{-1}$ (AM) (Tabla 2).

Tabla 2. Eficiencia energética (EE) en cepa de primavera quedada en tres tipos de suelo.

Tecnologías	Fersialítico	Pardo	Vertisol
	EE ($MJ.ha^{-1}$)	EE ($MJ.ha^{-1}$)	EE ($MJ.ha^{-1}$)
1	6,61 c	6,78 e	5,53 c
2	6,34 a	6,45 b	5,31 a
3	6,67 e	6,26 a	5,66 g
4	6,64 d	6,70 d	5,57 e
5	6,51 b	6,63 c	5,52 b
6	6,76 g	6,93 h	5,61 f
7	6,71 f	6,87 g	5,56 d
8	7,55 h	7,57 i	6,15 h
9	6,67 e	6,79 f	6,22 i
ES	0,0012	0,002	0,0008

Resistencia a la penetración

En los tres tipos de suelos con las tecnologías 4, 5 y 1 de manejo de arvenses se alcanzaron los mayores valores de resistencia a la penetración (RP) en la capa de suelo de 0-20 cm de profundidad (Tabla 3), existiendo diferencias significativas entre ellas y con las restantes.

Tabla 3. Resistencia a la penetración de los suelos.

Tecn	Resistencia a la penetración de los suelos (MPa)					
	Fersialítico Pardo		Pardo Mullído		Vertisol	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
1	1,16 c	1,21 ab	1,21 c	1,35 a	1,27 d	1,49
2	0,95 a	1,20 a	0,13 a	1,36 ab	1,22 bc	1,50
3	0,95 a	1,20 a	0,12 a	1,37 ab	1,20 ab	1,48
4	1,23 d	1,24 b	1,30 d	1,38 b	1,39 e	1,49
5	1,08 b	1,19 a	1,15 b	1,36 ab	1,24 c	1,47
6	0,96 a	1,19 a	0,13 a	1,35 a	1,19 a	1,47
7	0,96 a	1,20 a	0,13 a	1,36 ab	1,18 a	1,49
8	0,95 a	1,19 a	0,12 a	1,36 ab	1,19 a	1,48
9	0,95 a	1,20 ab	0,13 a	1,35 a	1,20 ab	1,52
ES	0,01	0,007	0,007	0,006	0,005	0,012
H (%)	31,2	31,6	40,5	41,3	44,7	45,0

Valores de RP mayores que 2 MPa son considerados limitantes para el desarrollo de las raíces (4).

En estos resultados influyó que en la tecnología 4 se realizaron 5 labores con el cultivador FC-8, acoplado al tractor ligero YUMZ-6M, seguidas de limpias manuales con azadas, y un sexto pase con el tractor y la grada múltiple. En la tecnología 5 se realizaron 3 labores con el tractor; 2 pases con el cultivador FC-8 y otro con la grada múltiple.

El incremento de la compactación en la superficie del suelo con la tecnología 1, se debió a que se realizaron 7 labores con la cultivadora de bueyes y limpia manual con azada en el suelo Fersialítico, mientras que en los suelos Pardo y Vertisol fueron necesarias 8 labores.

Carga contaminante hacia la atmósfera

La carga contaminante hacia la atmósfera (CCT) provocada por la combustión del diesel en los tres tipos de suelo presentó diferencias significativas entre las tecnologías, con los mayores valores en la 4 y 5 donde se realizó un gran uso de tractores en el control de arvenses, ya que se empleó el cultivador FC-8 en varias oportunidades y en una ocasión la grada múltiple, por lo que existió un mayor consumo de combustible, los valores estuvieron alrededor de los 7.000,00 $kg.ha^{-1}$.

Es importante destacar que teniendo en cuenta el rendimiento agrícola alcanzado, el menor valor de carga contaminante por tonelada de caña producida (CCT, $kg.t^{-1}$) se obtuvo con la tecnología 8, con valores entre 65 y 70 $kg.t^{-1}$.

Al evaluar diferentes tecnologías de labranza-siembra en la provincia de La Habana, Cuba, en el cultivo del frijol, se obtuvieron valores de carga contaminante de gases hacia la atmósfera de 515 a 983 $kg.ha^{-1}$ (5).

Valoración económica.

Con las tecnologías (8, 9 y 5) se obtuvieron buenos resultados en el rendimiento agrícola en los tres tipos de suelos y los resultados más bajos con (1, 6, 7 y 2). Con la tecnología 8 se obtuvieron valores entre 103,56 y 106,68 $t.ha^{-1}$.

Los mayores beneficios económicos en el suelo Fersialítico se obtuvieron con las tecnologías (8, 9, 3 y 5) en el Pardo (8, 9 y 5) y en el Vertisol (8, 9, 5 y 3) y los menores beneficios en los tres tipos de suelos con las tecnologías 1 y 2. Con la tecnología 8 se obtuvieron valores entre 6. 604 y 6.915 $CUP.ha^{-1}$.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados en eficiencia energética lo alcanzaron las tecnologías que incluyeron el herbicida Isoxaflutole. Con la tecnología 8: Isoxaflutole (AM)- Descepe químico con Glufosinato de amonio 1,5% v/v (AM)- Cultivo con grada múltiple- Aplicación pre-cierre con Glufosinato de amonio 2 $l.ha^{-1}$ (AM) se obtuvo las mayores ganancias.

REFERENCIAS

1. Rodríguez, L. y J.C. Díaz. Programa de control integral de malezas en caña de azúcar. 11na Ed. La Habana: Editorial. INICA. 2012. 169 p.
2. Olivet, Y. E. y D. Cobas. Balance energético de dos aperos de labranza en un Fluvisol para el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* Lam). *Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2013*. 22(2): 21-25.
3. Funes, F.R. Agricultura con futuro, la alternativa agroecológica para Cuba. 1ra Ed. Cuba: Estación Experimental «Indio Hatuey». Universidad de Matanzas. 2009. 176 p.
4. Kulkani, S.S.; S.G. Bajwa and H. Huitink. Investigation of the effects of soil compaction in cotton. Transactions of the ASABE. 2010. 53(3): 667-674.
5. Ponce, F.; E. Álvarez.; Y. González e I. Hernández. Influencia de las tecnologías de labranza-siembra sobre los costos energéticos y de explotación de la técnica empleada y la contaminación del aire en el cultivo del frijol. *Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2008.* 17(4): 13-18.

EFECTO DE LA ASOCIACIÓN DE MAIZ *(ZEA MAYS* L.) Y FRIJOL *(PHASEOLUS VULGARIS* L.) EN DIFERENTES PROPORCIONES SOBRE LA DINAMICA DE LAS MALEZAS Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

EFFECT OF THE ASSOCIATION OF CORN AND BEANS IN DIFFERENT PROPORTIONS ON THE DYNAMICS OF THE UNDERBRUSHES ANDYIELDS OF CULTIVATIONS

Vuelta, D.R*, Rizo, M,* Molina, L.B*, Bell, T.D
Institución: Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

RESUMEN
En el presente trabajo se presentan los resultados de un experimento sembrado en la UBPC Huerto Santiago 2, en un suelo pardo con carbonatos. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de asociar maíz y frijol en diferentes proporciones y como cultivos sin asociar sobre el comportamiento de las malezas y el rendimiento de los cultivos. Se utilizó un diseño de bloque completo al azar en el cual se evaluaron siete tratamientos con cuatro réplicas que incluyen frijol y maíz como cultivos sin asociar, y las combinaciones de maíz/frijol bajo las proporciones en porcientos: 80/20,75/25,50/50,40/60, y 33/67. Los resultados indican que no existió una tendencia definida que indique que las asociaciones tengan influencia sobre la dinámica de las malezas Los componentes del rendimiento de! maíz se vieron afectados por los tratamientos, siendo el maíz como cultivo sin asociar el tratamiento que presentó menores valores promedio en la mayoría de dichos componentes. El sistema de asociaciones resultó ser un componente valioso a ser tomado en cuenta en programa de manejo integrado de la producción en ambos cultivos, ya que reduce la necesidad de controles de malezas, permite un uso más eficiente de la tierra y ayuda a la diversificación de la producción
Palabras clave: malezas, maiz, frijol, cultivo.

ABSTRACT
In a brown soil with carbonates encounter the results of an experiment sown in the UBPC Huerto Santiago 2 in the present work. The objective of work was to determine the effect to correlate corn and bean in different proportions and like cultivations without associating on the behavior of the underbrushes and the performance of cultivations. A design of complete block utilized itself at random in the one that seven treatments with four replies evaluated themselves in that they include bean and corn like cultivations without associating, and the corn combinations low bean the proportions in percent: 80/20,75/25,50/50,40/60, and 33/67. The results suggest that did not exist a definite tendency that suggests that associations have influence on the dynamics of the underbrushes they saw. The components of the performance of corn affected by the treatments, being the corn like cultivation without correlating the treatment that presented minor blended values in the majority of the aforementioned components. Associations' system turned out to be a valuable component to be taken into consideration in program of handling integrated of the production in both cultivations, since you reduce the need of controls of underbrushes, it enables a most efficient use of the land and you help the diversification of production
Key words: underbrushes, corn, bean, cultivations

INTRODUCCIÓN
El control de malezas es uno de los problemas más sentidos por los productores de granos al cual se le ha dado poca o cierta atención. La gran mayoría de los trabajos de investigación que se han efectuado, están enfocados al control químico de las malezas, lo cual no ha sido una solución a dicho problema.

En varios países se han realizado investigaciones sobre este tema Estos estudios se basan en el manejo integrado de malezas, lo cual debe entenderse no solo como la integración de varios métodos de control, o la complementación de las acciones, sino como la selección, y programación de los métodos que permitan resultados más estables o permanentes en la eliminación de las malezas (Altieri, 2013).
El manejo de las malezas debe basarse en la utilización de prácticas que contribuyan al desarrollo de estrategias que combinen la eficiencia en el control y la influencia sobre otros factores de producción, con un mínimo de consumo de recursos y a un mínimo riesgo para el medio ambiente.(Alemán, 2007)
Tapia y Camacho (2008) mencionan las ventajas de asociar maíz y frijol. Indican que el frijol común se constituye en un herbicida biológico para el maíz, ya que permite el cubrimiento del suelo, evitando dejar nichos que sean colonizados por las malezas. Por otro lado, el maíz, viene a ser un insecticida biológico para el frijol común, ya que se constituye en una barrera física para el paso de insectos como mosca blanca *(Bemisiatabaci*) Crisomélidos y Saltahojas, quienes tienen efectos drásticos en el cultivo del frijol.
Debido a la poca información existente sobre el desempeño de la siembra asociada de maíz y frijol, y su efecto sobre factores bióticos de la producción, se realizó esta investigación, la cual tiene como objetivos. Determinar el efecto que ejercen maíz/frijol asociados en diferentes proporciones y como cultivos solos sobre la dinámica de las malezas y determinar el efecto que ejercen maíz/frijol asociados en diferentes proporciones y como cultivos solos sobre el rendimiento de los cultivos, uso equivalente de la tierra y beneficio neto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la UBPC Huerto Santiago 2, en un suelo pardo con carbonatos. El ensayo se estableció en diseño de bloques completos al azar B.C.A., con cuatro repeticiones (BIoques). Se establecieron siete tratamientos (Tabla I). El área de la parcela experimental de 33 m^2 (Tabla 2).Cada repetición contó de 6 metros de largo por 35.6 metros de ancho (213.6 m^2) con una separación entre bloque de I metro entre parcela experimental. El área de las cuatro repeticiones fue de 854.4 m^2.

Tabla I Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Proporción en % del área
1	Maíz	100/0
2	Maíz/frijol	80/20
3	Maíz/frijol	75/25
4	Maíz/frijol	50/50
5	Maíz/frijol	40/60
6	Maíz/frijol	33/67
7	Frijol	0/100

La preparación del suelo se realizó de forma convencional con un pase de arado, dos pases de gradas, nivelación y surcado La siembra se realizó de forma manual utilizando la variedad Velazco Largo para frijol y Tusónpara maíz. En el caso del frijol se depositó a surco corrido, con un espaciamiento entre hileras de 40 cm, con normas aproximadas de 52 kg de semilla por hectárea en cultivo solo. En el caso del maíz las distancias fueron de 80 y 20 cm. entre hilera y planta respectivamente, En el caso de maíz - frijol (asociación) la distancia entre hileras fue de 60 cm.El manejo de las malezas se hizo de forma mecánica los 21 d.d.s., coincidiendo con el período crítico de competencia de malezas del cultivo del frijol. La cosecha en el cultivo del frijol se realizó de forma manual a los 78 d.d.s., coincidiendo con la etapa de madurez de la variedad Velazco Largo. La cosecha de maíz fue realizada de forma manual a los 120 d.d.s.
Variables evaluadas durante el ciclo del cultivo: **Malezas:** se realizaron cuatro recuentos de malezas (14, 28, 42 y 56 d.d.s.,). Se utilizó el método del metro cuadrado, el cual se tomó al azar en la parcela. Las variables evaluadas fueron: **Abundancia:** se determinó el número de individuos de malezas presente en un

metro cuadrado. **Diversidad:** se registró el número de especies de malezas en el muestreo realizado a los 56 d.d.s.**Cobertura:** se determinó de forma visual. **Rendimiento en kg/ha**La evaluación de las variables de los cultivos se efectuó por medio el análisis estadístico de varianza. A las variables en las cuales se encontró diferencias estadísticas significativas se le ejecutó separación de medias por medio de la prueba de Duncan para el 5 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición floristica se refiere a las especies de malezas presentes en las áreas de los cultivos desde que éste se establece hasta la cosecha. Se realizó un registro de las especies presentes en el experimento (56 d.d.s.). Se identificaron un total de 12 especies de malezas (Tabla 1).Existe gran diversidad de malezas asociadas a las plantaciones de maíz y frijol como cultivos solos. Las malezas como las demás plantas varían en tamaño, forma y hábito de desarrollo, crecen en condiciones variables de clima y suelo, producen gran número de semillas, suelen difundirse y multiplicarse rápidamente, como consecuencia de ello las malezas aumentan el trabajo del hombre y los costos de producción, resistiendo los esfuerzos que se realizan para combatirlas. La evaluación de diversidad de malezas indica que la mayor diversidad se encontró en la proporción 80/20, con un total de 10 especies de malezas.(Tabla 2)La abundancia de malezas se determina al registrar el conteo de los individuos, tanto dicotiledóneas como monocotiledóneas, por unidad de área.Las mayores poblaciones se observaron en la proporción 80/20 y en maíz como cultivo solo. La posible razón de este comportamiento fue el mayor esparcimiento entre surcos. El porciento de cobertura se determinó visualmente y correspondió al grado 1 enmalezamiento ligero (hasta un 5 % de cobertura En cuanto a los rendimientos (Tabla 3) El comportamiento de los tratamientos en asociación fue superior al obtenido por el cultivo solo, a excepción de la proporción 80/20 la cual muestra reducciones, siendo superiores las asociaciones 50/50 seguido por 33/67, 40/60 y 75/25.

Tabla 1 Composición Florística a los 56 días después de la siembra.

Nombre científico	Nombre común	Familia Botánica
Cynodon dactylon (L.) Pers	Hierba fina	Poaceae
Cyperus rotundus L.	Caramaná	Cyperaceae
Sida acuta	Malva de cochino	Malvaceae
Megathyrsusmaximus (Jacq.)	Hierba de guinea	Poaceae
Sorghum haiepense L. Pers	Don Carlos	Poaceae
Portulacaoleracea	Verdolaga	Portulacaceae
Euphorbiaheterophylla	Lechosas	Euphorbiaceae
Amaranthusspp	Bledos	Amarhantaceae
Partheniumhysterophorus	Escoba amarga	Asteraceae
Solanumamericanum	Hierba mora	Solanaceae
Ipomoeaspp	Bejucos	Convolvulaceae
Dichrostachyscinerea	Marabú	Fabaceae

Tabla 2 Influencia de las proporciones de la asociación de Maíz-Frijol sobre la diversidad y abundancia de malezas

Especies	**Frijol**	**Maíz**	**75/25**	**50/50**	**40/60**	**33/67**	**80/20**
Cynodon dactylon	16	6	14	12	16	9	14
Cyperus rotundus	11	23	15	11	2	21	16
Sida acuta	1	15	5	8	2	3	24
Megathyrsusmaximus	0	1	2	0	0	0	0
Sorghum haiepense	31	36	16	29	19	27	40
Portulacaoleracea	0	1	0	1	1	1	1
Euphorbiaheterophylla	1	0	0	0	3	0	0
Amaranthusspp	0	2	17	2	1	3	2
Partheniumhysterophorus	0	0	0	2	0	0	1
Solanumamericanum	0	0	0	0	0	0	I
Ipomoeaspp	0	8	4	1	0	2	1
Dichrostachyscinerea	2	2	4	l	4	6	9
TOTAL	6	9	8	9	8	8	10

Tabla 3 Rendimientos (kg/ha)

Tratamientos	Maíz	Frijol	Plantas de frijol/ha	Plantas de Maíz/ha
Maíz	**4837 d**	**0 d**	**0**	**76000**
80/20	**4495 c**	**273 c**	**80000**	**58800**
75/25	**4071 b**	**700 b**	**126000**	**48600**
50 50	**2890 a**	**1614 a**	**159000**	**40000**
40/60	**2799 b**	**1168 b**	**162000**	**31400**
33/67	**2299 b**	**1711 b**	**168000**	**27300**
Frijol	**0 d**	**1913 d**	**46000**	**0**
CV	**15.6**			

CONCLUSIONES

Se encontraron 12 especies de malezas compitiendo con los cultivos. La mayor diversidad de especies la presentó la proporción 80/20 con un total de 11 especies y la menor diversidad la compartieron el fríjol como cultivo solo con 6 especies

No existió una tendencia definida que indique que las asociaciones tengan influencia sobre la abundancia de las malezas.

1.a combinación de poblaciones de plantas 50/50 (50 por ciento de maíz y 50 por ciento de fríjol) y 33/67 (33 por ciento de maíz y 67 por ciento de fríjol) lograron los mayores rendimientos

BIBLIOGRAFIAS

1. Alemán, F. 2007. Manejo de malezas en el trópico. Tercera edición. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. 244 pp.

2. Altieri, M. 2013. Agroecology. The Scientifíc basic of altemativeagriculturc.Bekerley, California. U.S.A. 162 pp.

3. Tapia, B.H. y Camacho H A. 2008. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero GTZ. Managua Eschbom. 181 pp

REALIDADES Y DESAFIOS DEL CONTROL INTEGRAL DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA; ANALISIS DEL CASO
REALITIES AND CHALLENGES OF THE INTEGRAL CONTROL OF WEEDS IN CANE DE AZÚCAR IN CUBA; CASE ANALYSIS

Zuaznábar, R*, Martínez R.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km 11/2 Carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba. CP10800
*rafael.zuaznabar@ inica.azcuba.cu

RESUMEN

Se realiza un análisis de las principales causas que inciden en bajo rendimiento agrícola de la caña de azúcar ocasionado por la incidencia de las malezas y se proponen acciones técnicas para revertir la situación actual con medidas que se pueden implementar a corto y mediano plazo con prácticas de manejo conservacionistas y sostenibles que reduzcan los costos de producción y garanticen la competitividad de la agroindustria azucarera.
PALABRAS CLAVE: Malezas, manejo conservacionista, sostenible.

ABSTRACT

An analysis of the main causes that affect the low yield of sugarcane caused by the incidence of weeds is made and technical actions are proposed to reverse the current situation with measures that can be implemented in the short and medium term with practices of Conservation and sustainable management that reduce production costs and ensure the competitiveness of the sugar industry.
KEY WORDS: Weeds, conservation management, sustainable

INTRODUCCIÓN

El hecho que las pérdidas causadas por las malezas no se perciban a simple vista (todo lo contrario al daño causado por los insectos, roedores, enfermedades y otras plagas, trae por consecuencia que el agricultor no cuantifica la perdida a causa de la incidencia de las mismas),este hecho ha ocasionado que no se entienda la importancia del desyerbe a tiempo para disminuir al menos, parcialmente los efectos negativos de las malas hierbas en los cultivos, por lo que también esta actividad queda igualmente "invisible" y no es reconocida en toda su extensión por los agricultores.

En Cuba el rendimiento agrícola del cultivo está muy deprimido por múltiples causas entre las que se destacan la despoblación de los campos, la incidencia de malezas anuales y perennes establecidas, así como el control inoportuno de las mismas, según las consideraciones del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) con más de 50 años de estudios en el manejo de las malezas en este cultivo.

En este análisis que cuenta con el criterio de los principales expertos de esta temática en nuestro país se realiza una síntesis de la situación actual y las acciones que se deben acometer para solucionarlos a corto y mediano plazo

MATERIALES Y MÉTODOS

El rendimiento agrícola promedio del cultivo en nuestro país según el último estimado de septiembre 30 del 2016 está aproximadamente en 43 t ha^{-1} alcanzando los valores superiores las provincias de Mayabeque, Matanzas y Artemisa ubicadas en la porción occidental de la isla, Ciego de Ávila en el centro y Granma en el oriente , que superan esa cifra. No obstante en esta última región es donde la producción de caña está más deprimida.

El Grupo Empresarial AZCUBA tiene bien definido los ingenios y cooperativas donde se concentran las entidades con rendimientos agrícolas más bajos **denominadas críticas**, las que reciben tratamiento diferenciado y otro grupo que presenta los mejores rendimientos clasificadas como **de referencia**.

Entre las principales deficiencias detectadas en el manejo de las malezas en este cultivo se citan las siguientes:

- ✓ Despoblación de los campos con porcentajes entre 40 y 60 % en la mayoría de los campos.
- ✓ Preparación deficiente del suelo.
- ✓ Presencia de malezas establecidas en las plantaciones consideradas problemas por su propagación sexual y asexualmente.
- ✓ Control inoportuno de las malezas
- ✓ Poco uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, cobertura de residuos, siembra en contornos).
- ✓ Bajo empleo de distancia de plantación más estrechas y surco de base ancha
- ✓ Deficiencias en el extensionismo agrícola.
- ✓ Problemas gerenciales.
- ✓ Inestabilidad en la capacitación en la base productiva.

Por otra parte también se tienen clasificadas las unidades productoras por el convenio Bayer-AZCUBA-INICA denominadas de éxito, que avanzan, se mantienen y retroceden según el análisis integral de las mismas donde el incremento del rendimiento es el principal es que decide en que sector se encuentran.

Esta información y los registros estadísticos del Grupo Empresarial AZCUBA donde pudimos analizar integralmente las características de cada unidad productiva desde el tipo de suelo, variedades, medios de aplicación, disponibilidad de herbicidas, medios de cultivos y equipos, calificación de los técnicos y directivos y comportamiento de las mismas en los últimos 10 años permitieron que pudiéramos realizar un análisis de la situación actual y perspectiva de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se representa el porcentaje de población de los campos de caña y su correspondencia con el rendimiento agrícola según estudios realizados por el INICA en condiciones experimentales y en plantaciones comerciales. El resultado de los estudios coincide con la situación actual de la producción de caña en Cuba, donde un elevado porcentaje de las mismas tienen un rendimiento entre 30 y 40 t ha^{-1}, y elevada infestación de malezas que ocupan estos espacios vacíos. Por otra parte deben enmarcarse correctamente las épocas de siembra para reducir las pérdidas que actualmente son considerables e incrementar esta actividad entre los meses de noviembre-abril en las áreas de riego, priorizando las de drenaje deficiente.

Esta estrategia permitiría reducir los volúmenes de siembra de los meses de mayo-julio donde compite fuertemente con el manejo integral de las malezas por la ocurrencia de las precipitaciones y la gran explosión de las plantas indeseables.

Tabla 1. Rendimiento agrícola de acuerdo al porcentaje de población

Rendimiento Agrícola (t ha^{-1})	Porcentaje población
38.8^{b}	40

51.9[b]	60
61.5[a]	80
67.6[a]	100

La preparación deficiente del suelo para la siembra también contribuye de manera acentuada a esta problemática, ya que de las 35 especies principales registradas en este cultivo 7 se reproducen sexual y asexualmente por órganos vegetativos subterráneos (*Sorghum halepense, Cynodon dactylon, Cyperus rotundus, Panicum maximum y Brachiaria mutica*) y requieren de un laboreo de suelo en periodo seco con subsoladores que extraigan los rizomas, bulbos y estolones a la superficie del suelo y no con gradas de discos que favorecen la multiplicación de las mismas al fraccionarlas y crear condiciones para que se reproduzcan.

Tampoco se utilizan prácticas culturales como la rotación de cosechas, la cobertura inalterada de residuos de cosecha (1), distancias más estrechas para un cierre de campo rápido e incremento en el número de tallos por área. El surco de base ancha (1.40 + 0.40 m) actualmente está en proceso de generalización con resultados satisfactorios por un cierre de campo entre 30 y 45 días antes que la siembre tradicional a 1.60 m lo que ha permitido reducir una labor de desyerbe como promedio.

El extensionismo agrícola como un factor para la divulgación e introducción de los resultados fehacientemente demostrados para la validación e introducción a escala comercial tampoco ha jugado el papel protagónico que se requiere en las circunstancias actuales, donde la agroindustria azucarera debe implementar sistemas conservacionistas y sostenibles que generen ganancias, reduzcan los costos de producción y sean competitivo.Una variante del control químico que se ha incrementado este año y que se utilizó en la década de los años ochenta con muy buenos resultados es la denominada aplicación en bandas que abarca alrededor de un metro del surco de caña con los herbicidas residuales y en el entre surco las malezas se manejan con cultivo mecanizado, una labor productiva y relativamente poco costosa que permite un ahorro del 30 % de los herbicidas residuales que tienen un precio elevado y además permite disminuir la carga contaminante por la reducción del uso de los agroquímicos.

El manchoneo químico en tratamientos postemergente reduce el índice de consumo de los herbicidas y resulta muy productivo y eficiente cuando se utilizan las lanzas acopladas al tractor y la asperjadora, humanizando el trabajo, tecnología que aún no se aplica en la dimensión requerida por desconocimiento e incomprensión delos que dirigen esta actividad en algunas Empresas.

Sin embargo la nueva tecnología de aplicación denominada cosecho-aplico de reciente introducción y validación comercial en caña de azúcar ha logrado muy buena aceptación por los productores, donde este año serán beneficiadas alrededor de 4000 ha y en la próxima zafra debe introducirse en todas las Empresas Azucareras con la compra de 60nuevos equipos. Con esta tecnología los herbicidas se aplican en el momento de la cosecha directamente al suelo y quedan cubiertos por los residuos de cosecha, disminuyendo las pérdidas por evaporación por efecto del sol y el aire. AdemásSe emplea útilmente la cobertura conservando la humedad del suelo y en su descomposición emiten percolados foliares alelopáticos que ejercen una acción inmediata de éste sobre las semillas delas malezas, impidiendo su germinación lo que permite mantener la caña de retoño “limpia” durante el periodo crítico de competencia (100 - 120 días).

Otras ventajas de la tecnología es que permite realizar de forma simultánea de 2 labores en un solo pase disminuyendo el tráfico de equipos y el riesgo de compactación del suelo con el consiguiente ahorro de combustible, lubricante, mano de obra, tiempo y salario.

El sistema de aplicación utilizado permite adaptarlo a las cosechadoras KTP y Case que actualmente se utilizan en el país sin afectar su estructura y funcionamiento, además con él se logra beneficiar el total de los retoños con herbicidas pre emergentes en el momento de la cosecha, logrando mayor selectividad de las

variedades a los herbicidas, con una reducción hasta de 8 veces del volumen de agua consumida en esta actividad.

La introducción de las nuevas tecnologías, el uso de nuevos herbicidas, formulaciones y mezclas (2), así como la renovación de la maquinaria y la adquisición de nuevos implementos agrícolas requieren el montaje de un sistema de capacitación que abarque desde los técnicos a nivel de Empresa hasta los jefes de campo y los obreros agrícolas vinculados con la actividad, que funcione sistemáticamente utilizando el momento y tiempo requerido para la misma.

Además contamos con un Servicio, Automatizado de Control Integral de Malezas que consta de los siguientes aspectos.

- Base de conocimientos
- Recomendación Inmediata
- Principales malezas y su descripción.
- Principales herbicidas y su descripción
- Tratamientos herbicidas, costo y efecto sobre las malezas.
- Planificación anual de labores.
- Distribución espacial de las malezas por SIG, con salidas en mapas tematicos.

Lo que nos permite realizar las recomendaciones de manejo de malezas a todos los niveles desde el país hasta, la Unidad Productora y cada campo.

CONCLUSIONES

1- Las causas objetivas y subjetivas que inciden negativamente en el manejo de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba están identificadas y se trabaja para su solución por el INICA a través del Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM) y por los especialistas del Grupo azucarero AZCUBA.

2- Incrementar el uso de prácticas culturales que permitan realizar un manejo más eficaz de las malezas con un enfoque conservacionista y sostenible que permita reducir costos, incrementar el rendimiento agrícola y ser competitivos.

3-Introdución y validación de las nuevas tecnologías a través de un sistema de capacitación y extensión que abarque todos los niveles desde la Empresa hasta el productor de forma sistemática, el momento que corresponda y con el tiempo requerido.

REFERENCIAS

1- Garcia, I; Maritza Sánchez y Catalino Mena: (2011). Residuos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar y su manejo en función del control de las maleza. Revista Cuba & Caña no 1, 2011. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Pag 31-36.

2- Marchante, V; R. García; R. Aloma, M. Garcia y Alberto Muñiz: (2001) Nuevos productos para el control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar. Revista Cuba & Caña pag 14-18. Institu de Investigaciones de la Caña de Azúcar. ISSN. 1028-6527

COMPETENCIA INTERESPECIFICA: EFECTO DE LA DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN LA INCIDENCIA DE MALEZAS Y EN EL RENDIMIENTO

WEED-CROP COMPETITION: CROP BEAN DENSITY AND DISTRIBUTION EFFECTS ON YIELD AND WEED DYNAMIC

Medina, P. J.L.[1]*; Gasparillo, H. J.[1]

Universidad Autónoma Chapingo. Dpto. de Parasitología Agrícola. Chapingo, Edo. de México. CP.56230.
* pitalua@correo.chapingo.mx

RESUMEN

En el periodo primavera-verano de 2014, se realizó un experimento en la Universidad Autónoma Chapingo, México; para evaluar el efecto de la densidad y la distribución de plantas de frijol Var.´flor de junio´, en la incidencia de malezas y el rendimiento. Se probaron tres niveles de densidad (500 mil, 375 mil y 250 mil semillas) / ha; y tres distribuciones (70 cm, 45 cm y 35 cm) / entre surcos, con tres repeticiones en cada tratamiento. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con parcelas divididas. La parcela grande represento a las diferentes distribuciones y en la parcela chica los niveles de densidad correspondientes. Todas las unidades experimentales crecieron sin ningún control de malezas hasta el final de ciclo. La emergencia y composición de maleza no se vio afectada por los tratamientos. Sin embargo, en la ganancia de biomasa se redujo hasta un 50 % en la siembra de las distribuciones de 45 cm entre surcos y un 60 % en las distribuciones de 35 cm entre surcos en comparación con la distribución de 70 cm entre surcos. Se observaron efectos significativos de la competencia interespecifica de las malezas, provocando disminución en el rendimiento en todos los tratamientos. No obstante el rendimiento mayor, bajo condiciones de competencia completa, se obtuvo en la densidad de 375 mil plantas de frijol espaciadas en surcos de 45 cm.

PALABRAS CLAVE: Arreglos topológicos; competencia; plantas nocivas.

ABSTRACT

In the spring-summer rainfall-season of 2014, an experiment was conducted at the Universidad Autónoma Chapingo, Mexico. To evaluate the effect of density and distribution of bean plant populations Var. ´June flower´; on weeds incidence and beans yield. The three bean density levels were: (500 000, 375 000 and 250 000 seeds) / ha, and three seed planting distributions: (70 cm, 45 cm and 35 cm)/ among rows; with three replications per treatment. The emergence and weed composition species were not affected by the treatments. However, the gain of weed biomass was reduced to 50% and 60% in a 45 and 35 cm rows spacing planting distribution respectively, when compared with a 70 cm rows spacing. Interspecific weed-crop competition resulted in a significant bean yield reduction in all treatments tested. However the best bean yield was showed when beans were planted at 375 000 plants / ha showing them at 45 cm among rows.

KEY WORDS: Topological arrangements, competition, noxious plants, interspecific competition, weed-beans competition.

INTRODUCCIÓN

Cultivado desde hace ocho mil años, el frijol es una semilla comestible de la familia de las leguminosas, originaria de América. México es considerado como uno de los centros de origen de diversos tipos de frijol, siendo el principal el Phaseolus vulgaris L. (1). En México existen cerca de 70 variedades de frijol El frijol

es una rica fuente de proteínas, hidratos de carbono, vitaminas del complejo B. Igualmente proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio y fibra. Es un alimento fundamental en la dieta de la población mexicana, sobre todo para las clases más desprotegidas del país, siendo un alimento que no puede sustituirse con algún otro (1).

El cultivo en hileras surgió como necesidad primaria para facilitar el trabajo de animales o maquinaria para jalar implementos para realizar las escardas para contralar las malezas que crecen en ellos y que eventualmente se tornan la plaga más importante de la agricultura. La distancia entre surcos en parte, ha sido determinada por esa necesidad. De la misma manera, el espaciamiento entre surcos ha influenciado el diseño y desarrollo de la maquinaria y la selección de variedades cultivadas (2). El distanciamiento entre plantas, generalmente tiene efectos sobre la morfología de la misma planta, así como en la producción de materia seca y de grano, efectos que ven influenciados en mayor o menor grado por hábito de crecimiento de la planta. La manipulación de la selección del cultivar, el espacio entre hileras, y la densidad de siembra pueden proporcionar un método no químico para reducir el impacto de la interferencia de las malezas en el rendimiento del cultivo (3). Así, es casi nula la información existente sobre los más eficientes sistemas de siembra donde puedan mostrar su mayor expresión en cuanto a rendimiento con menores costos de producción (4). Por lo anterior resulta necesario generar conocimiento sobre el efecto que tienen la densidad y la distribución de siembra en el efecto nocivo de las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el lote X-14 (Xaltepa), del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, que se encuentra a una altitud de 2250 msnm con latitud norte de 19° 27´ 58” a 19° 28´ 27”. El terreno se barbecho y se rastreo dos veces y no se surco. La siembra de frijol variedad “Flor de Mayo” se realizó de forma manual, el 17 de mayo del 2015 se probaron tres densidades de siembra: 250, 375 y 500 mil plantas /ha arregladas en tres diferentes distancias entre hileras; 70, 45, y 35 cm. La combinación de ambos factores derivó en nueve tratamientos de siembra, los cuales se dispusieron en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de 2.8 m de ancho por 4.0 m de largo. En las parcelas grandes se ubicaron la distancia entre hileras y dentro de estas las parcelas chicas se ubicaron las diferentes densidades de siembra. Así cada parcela grande consistió: para distancia de 70, 45 y 35 cm entre hileras, de 4, 6 y 8 hileras respectivamente. De esta manera las semillas se ubicaron asi: a 8,6 y 4 cm de distancia en las hileras de 70 cm; a 12, 8 y 6 cm de distancia en las hileras de 45 cm; y 16,12, 8 cm en las hileras de 35 cm, para que la densidad correspondiera a las 250, 375 y 500 mil plantas respectivamente en cada distribución de siembra. Se dio un riego de emergencia el día 19 del mismo mes.

Variables evaluadas y presentadas en este trabajo fueron: Peso fresco total de malezas determinado en una área de 0.25 m^2 a los 20 y 60 dias de emergido el cultivo (DDE) y rendimiento en grano de frijol, dichos parámetros fueron analizados por un ANOVA y comparadas sus medias por medio de Tukey 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso fresco de maleza a los 20 DDE y 60 días

El análisis de varianza a los 20 DDE, muestra diferencias estadísticas altamente significativas en la interacción de la densidad y distribución. En la segunda evaluación, el análisis muestra diferencias significativas en la densidad pero no existieron diferencias en la distribución en las plantas de frijol,

Los resultados de la prueba de comparación de medias para la interacción densidad y distribución (Fig.1) muestran como el peso fresco de la maleza disminuye a medida que se incrementa la densidad de población de frijol. La distribución de las plantas de frijol no afectan el peso fresco de malezas a densidades bajas (250 mi l), donde la maleza crecerá abundantemente, o densidades muy altas (500 mil), donde la maleza restringirá significativamente su crecimiento independientemente

el arreglo en que se encuentren las plantas. Es en niveles poblacionales intermedios donde la distribución determina en gran medida el crecimiento de las malezas.

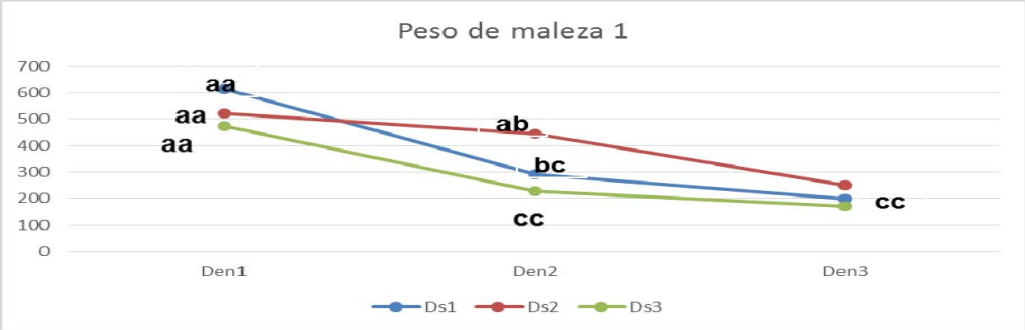


Figura 1. Interacción densidad y distribución en el peso fresco de la maleza g/0.25m^2.

La comparación de medias (Tukey) para el peso fresco de malezas mostro una diferencia bien marcada del efecto de la densidad de las plantas de frijol sobre el desarrollo de la maleza (Fig.2). Así, el peso fresco de maleza fue estadísticamente igual la densidad 1 y 2 que presentaron un peso fresco más elevado en comparación de la densidad 3 que estadísticamente es diferente a las densidades 1 y 2.

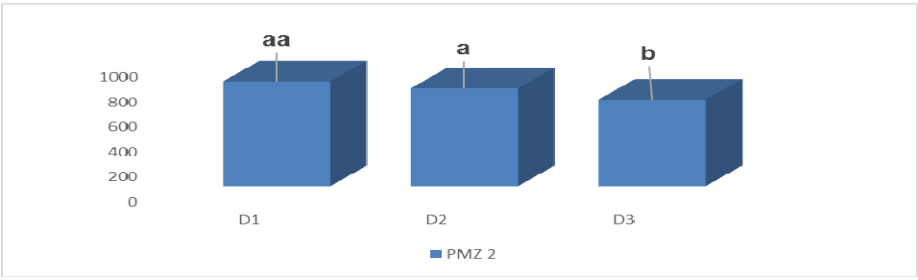


Figura 10. Efecto de la densidad de siembra de frijol en el peso fresco de la maleza g/0.25m^2

La variedad Flor de Junio mostro una plasticidad fenotípica asombrosa, pudiendo sobreponerse a las extremas condiciones de competencia intra y entre plantas de maleza, haciendo a esta cada vez más competitiva a medida que sus niveles poblacionales se incrementaban. Esto concuerda con Malik,1993 (3), quien indico que en soya, los habitos de crecimiento indeterminado aunado a las densidades altas y distribuciones equidistantes, proporcionaban mayor competitividad del cultivo hacia el crecimiento de malezas.

Rendimiento de Grano de Frijol

La comparación de medias (Tukey) mostró diferencias en las agrupaciones de acuerdo a las diferentes densidades y distribuciones que se sembraron las plantas de frijol (Fig.3). Se da una relación inversa a la observada para las malezas, es decir que mientras el crecimiento de malezas se deprime al aumentar los niveles poblacionales de frijol, el rendimiento de este se favorece a medida que las densidades de frijol aumentan. Este parámetro es más delicado en su respuesta también a los niveles de distancia de hileras de siembra probados, pues en su mayoría de los tratamientos, el rendimiento es función de la interacción densidad por distribución. Si bien el mejor tratamiento en rendimiento lo expresan los tratamientos espaciados a 35 cm entre hileras, es de notar que fueron superados significativamente por el tratamiento: frijol sembrado a 375 mil plantas /ha y con hileras

de 45 cm, de separación con un rendimiento de 833 kg/ha. El rendimiento en grano de frijol por planta disminuyó al sembrar en surcos más amplios y mayores densidades de siembra (datos no mostrados en este trabajo), por lo tanto, el rendimiento por unidad de superficie por cada tratamiento estuvo determinado por la densidad de siembra y la distribución de las plantas (Fig.3). Es evidente que en una situación de libre y total competencia de la maleza con el cultivo requieran de mayores densidades del cultivo para aumentar la competitividad, contrario a lo que Bastidas y Camacho (1969) (5), indican que una población de 220, 000 plantas/ha seria la más indicada para obtener una producción y que posiblemente eso se deba a que el grado de competencia que se establece en esta población, permite aprovechar con mayor eficiencia las condiciones de humedad, fertilidad y luminosidad disponible para el crecimiento.

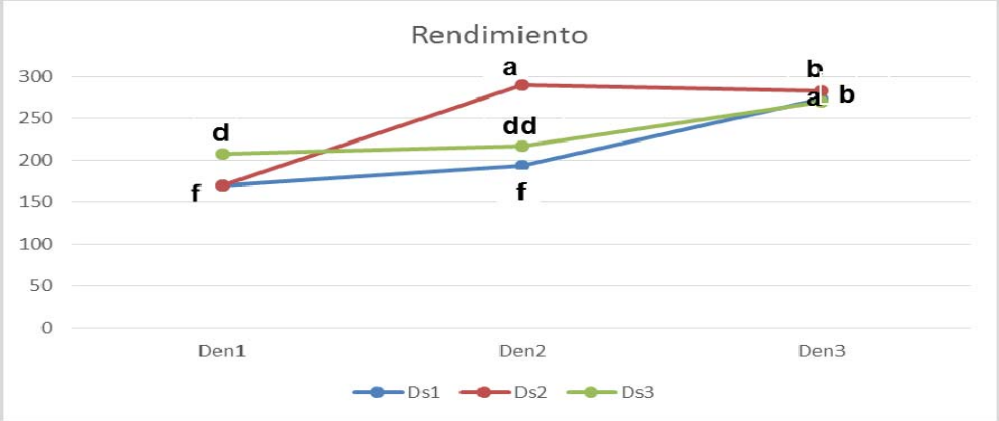


Figura 13. Interacción de la densidad y distribución, en el rendimiento g/ parcela útil. .

CONCLUSIONES

Las malezas reducen significativamente el rendimiento de frijol en competencia total todo el ciclo independientemente la densidad y distribución de siembra.

El crecimiento en peso fresco de malezas se redujo por efecto en el aumento de la densidad de siembra del frijol especialmente se distribuye en hileras de 45 y 35 cm en comparación con hileras amplias de 70 cm.

En condiciones de una competencia de malezas todo el ciclo, la variedad Flor de Junio mostro una alta plasticidad, mostrando niveles de productividad semejantes a la media nacional cuando se siembra a densidades de 375 mil plantas/ha distribuidas en hileras de 45 cm.

REFERENCIAS

1 SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2013.

2 SARH, 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del frijol. Ed Futura. 18 p.

3 Malik, V. S., C. J. Swanton, and T.E. Michaels. 1993. Interaction of white bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivars, row spacing, and seeding density with annual weeds. Weed Sci. 41: 62-68.

4 Ramírez, C. J. y E. H. Sandoval. 1995. Arreglos topológicos en frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Jarocho M2-E, bajo dos niveles de labranza en Chapingo, México. Tesis de licenciatura. 65 p.

5 Batidas, G. y Camacho, L. H. 1969. Competencia entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características de frijol “Carota” (Phaseolus vulgaris L.). Acta frijol. 19: 69-68.

INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LOS CRISTALES USADOS COMO SEMILLA EN LOS TACHOS DE LA UEB AMÉRICA LIBRE
INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD IN CRYSTALS USED AS A SEED IN THE SUGAR FACTORY AMÉRICA LIBRE

Ribeaux, G.; Gilart, F.

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente
e-mail: ribeaux@uo.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se presenta una evaluación de la influencia del campo magnético sobre el proceso de preparación de los cristales utilizados como semilla en los tachos de la UBE “América Libre”. Se esclarecen aspectos relacionados con la cristalización, nucleación y la utilización del tratamiento magnético en estos procesos. Se caracteriza la fuente de campo magnético empleada, determinando que el valor medio de la inducción de campo magnético es de 7.6 mT. Se obtienen muestras de cristales obtenidos bajo la influencia del campo magnético y sin esta, determinando la longitud de los mismos, observándose que los que se obtiene bajo la influencia del campo magnético son un 39.18 % más pequeños que aquellos que se obtienen sin la influencia del campo magnético. Se determinan parámetros estadísticos que permiten un análisis más completo de las características de la población de los cristales y su distribución granulométrica.
PALABRAS CLAVE: tratamiento magnético, cristalización, nucleación

ABSTRACT

This work presents an evaluation of the influence of the magnetic field on the process of preparation of the crystals used as seed in the UBE "América Libre". It clarifies aspects related to crystallization, nucleation and the use of magnetic treatment in these processes. It is characterized the source of magnetic field used, determining that the average value of the induction of magnetic field is 7.6 mT. We obtain samples of crystals obtained under the influence of the magnetic field and without this one, determining the length of the same ones, being observed that those that are obtained under the influence of the magnetic field are 39.18% smaller than those that are obtained without the influence of the magnetic field. Statistical parameters are determined that allow a more complete analysis of the population characteristics of the crystals and their granulometric distribution.
KEY WORDS: magnetic treatment, crystallization, nucleation

INTRODUCCIÓN

Es importante y necesario buscar la uniformidad en el tamaño de los cristales desde la misma preparación de la semilla, donde influyen varios factores ligados a las condiciones de crecimiento del cristal, como la sobresaturación, enfriamiento brusco, siembra, agitación, adición de impureza, etc.
En las fábricas de azúcar existen dificultades para controlar este parámetro ya que es un proceso complejo, por lo que a la hora de la separación de los cristales de azúcar por medio de la centrifugación, debido a la irregularidad del tamaño de los granos, unos se quedan y obstruyen las rejillas de las centrífugas y otros la atraviesan perdiéndose con la miel, afectando así el rendimiento productivo.
Estudios de la influencia del campo magnético en la nucleación y cristalización de la sacarosa a nivel de laboratorio, han demostrado que un campo magnético de moderada intensidad provoca un retardo en la nucleación de la sacarosa, propiciando así una mayor uniformidad en el tamaño de los cristales así como una reducción de los defectos estructurales de los bordes de los cristales [1-2]. El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de un campo magnético estático de moderada intensidad sobre la distribución granulométrica de los cristales usados como semilla en los de la fábrica de azúcar América libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de los cristales se utilizan de 1 a 2 kg de azúcar refino por cada 1000 pie^3 (28,32 m^3) de masa cocida C (MCC). Esta azúcar se diluye en agua a 100ºC con agitación constante. Posteriormente se disminuye la temperatura hasta 65ºC logrando así la aparición de los primeros núcleos cristalinos. Luego se añade alcohol absoluto para inhibir el crecimiento de los cristales, luego se agita dejando enfriar hasta la temperatura ambiente y finalmente se deja reposar logrando la sedimentación de los cristales (semilla).

En esta fábrica este procedimiento se realiza manualmente, en la figura 1 se muestra el recipiente donde se preparan los cristales, la fuente de campo magnético utilizada y la forma en que se coloca.

Figura 1: Recipiente donde se prepara la semilla y fuente de campo magnético utilizada.

Se tomó una pequeña porción de cristales obtenidos con y sin la aplicación del campo magnético y se depositaron en placas Petri, se dejaron secar de manera que quedara un sustrato que pudiera ser observado en el microscopio. Luego se fueron incorporando en el microscopio para así acceder a la toma de las fotografías de los cristales para su posterior medición, la que se realiza con el software profesional Image Tool. En la figura 2 se muestra el microscopio utilizado y el ambiente de trabajo del software.

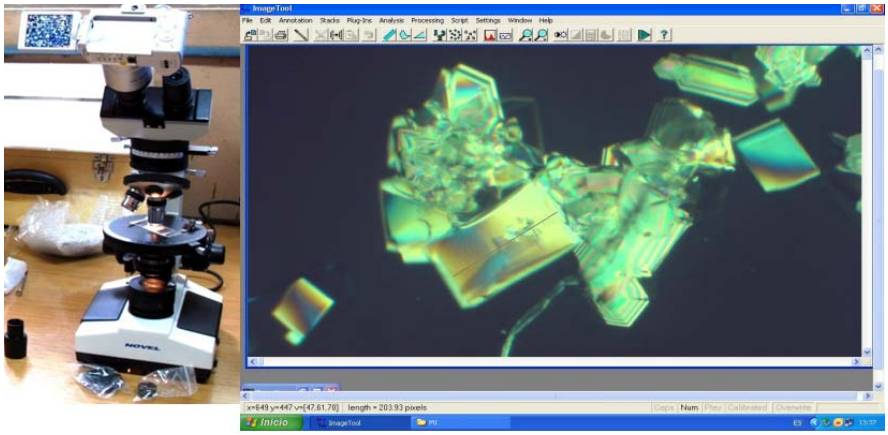


Figura 2: Microscopio empleado y ambiente de trabajo del software Image Tool.

La caracterización de la fuente de campo magnético se realizó mediante simulación con el software profesional Comsol Multiphysic.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio del tamaño de los cristales obtenidos bajo la acción de campo magnético fue un 39.18% menor que el promedio del tamaño de los cristales que se obtuvieron sin la acción del campo magnético. Este resultado

evidencia que el campo magnético ha provocado un retardo en el crecimiento de los cristales. Una baja velocidad de formación de núcleos es favorable, pues permite la formación de núcleos más perfectos y con una mayor uniformidad en la distribución de tamaños [3]. En las figuras 3 y 4 se muestran ejemplos de las fotografías de cristales obtenidos con y sin la aplicación del campo magnético y en la tabla I los valores promedios de las mediciones de los cristales en cada una de las muestras analizadas.

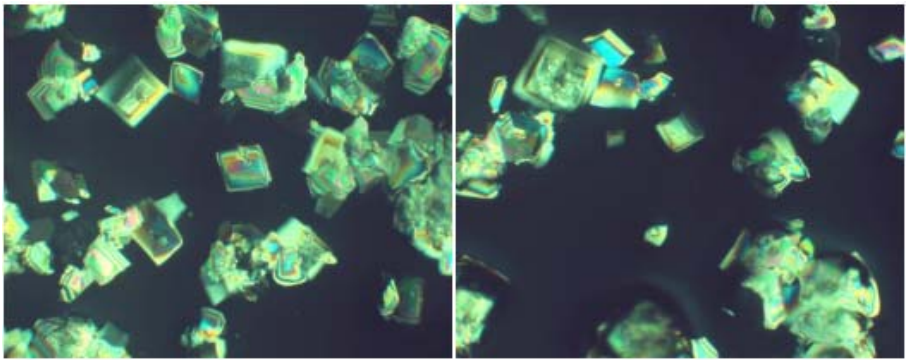


Figura 3: Fotografía de cristales obtenidos sin la presencia del campo magnético.

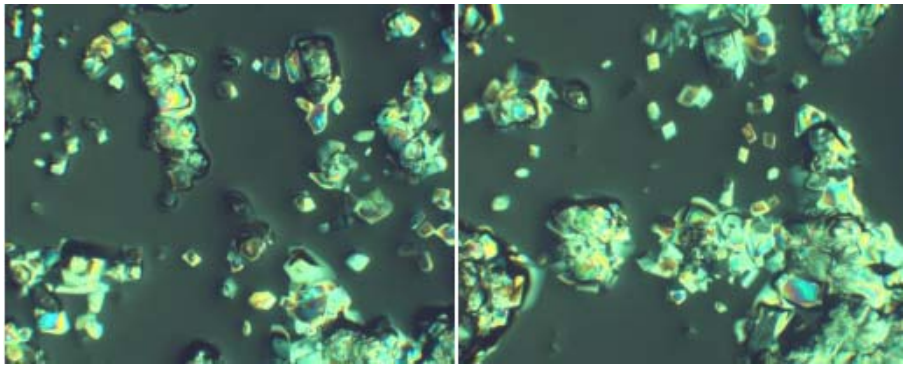


Figura 4: Fotografía de cristales obtenidos con la presencia del campo magnético.

Tabla I. Valores totales promedios y su diferencia.

STM	252.7
CTM	153.7
ΔL	99
% dif.	39.18

Los valores de las longitudes de los cristales se introdujeron y procesaron con el software MASTERSIZER el cual permite obtener las curvas de contenido de la clase granulométrica en % vs tamaño de grano en escala logarítmica tal y como se muestra en la siguiente figura.

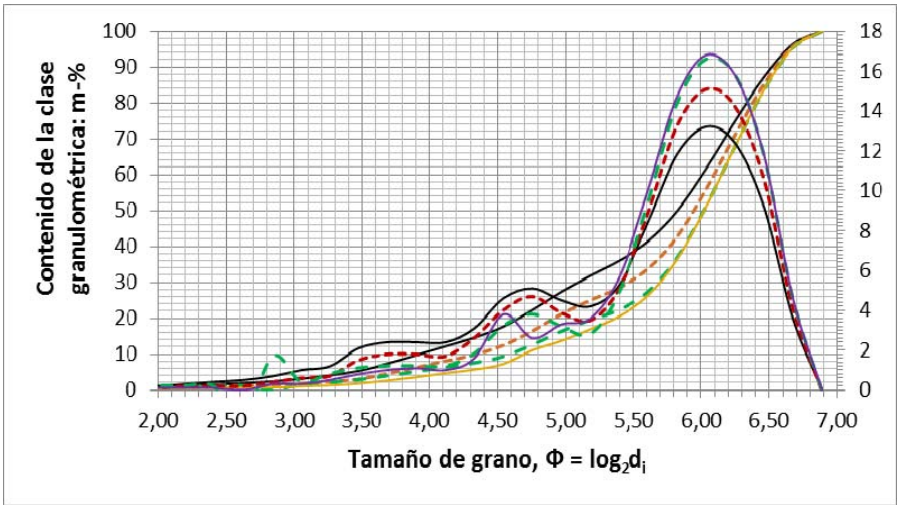


Figura 5. Curvas de contenido de la clase granulométrica vs tamaño de grano.

Con estas curvas se realizó un estudio estadístico detallado de la distribución granulométrica hallando el vector característico (VC). Este vector, formado por estadísticos de posición, dispersión, asimetría y angulosidad, es capaz de explicar la distribución de los granos de forma general valiéndose de la representación gráfica de la distribución de los granos.

Los resultados anteriores demuestran que un campo magnético estático como el utilizado en esta investigación es capaz de afectar el proceso de formación de núcleos cristalinos. Es conocido que en un fluido conductor siempre se producen pequeñas perturbaciones por causas ajenas a su movimiento las cuales son acompañadas por muy débiles campos eléctricos y magnéticos [4].

Lo anterior nos conduce a pensar que el mecanismo de acción del campo magnético pudiera tener como base la amplificación de las fluctuaciones magnéticas que se producen dentro de la solución de sacarosa, como consecuencia del intercambio de energía con el campo magnético externo a través del momento angular de los rotores moleculares de agua, tal como lo predice el modelo mecano-cuántico de Cefalas y col. [4].Los altos campos magnéticos (~ 10 T) generados localmente durante tales amplificaciones estarían asociados a campos eléctricos locales muy intensos (~ 10^5 V/m). Danielewicz-Ferchmin y Ferchmin [5] han reportado que los campos eléctricos con intensidades de ese orden disminuyen la constante dieléctrica del agua, debido a que destruyen parcial o completamente la red de enlaces de hidrógeno. Vegiri [6] ha reportado que los campos eléctricos de esa intensidad afectan los puentes de hidrógeno de una manera anisótropa, fortaleciendo los enlaces de hidrógeno paralelos a $\vec{E}$ y debilitando los ortogonales.

CONCLUSIONES

Los cristales obtenidos bajo la influencia del campo magnético son un 39.18 % más pequeños que los cristales que se obtuvieron sin la presencia del campo magnético. Con los valores de las mediciones de la longitud de los cristales fue posible obtener parámetros estadísticos que permiten una caracterización más profunda de la población de cristales y su caracterización granulométrica. Se corroboró que la aplicación del campo magnético retarda el proceso de nucleación de la sacarosa.

REFERENCIAS

1. Nývlt. J. et al. The kinetics of industrial crystallization. Prague, Academia Prague, 350p, 1985.
2. Ribeaux G. Influencia de un campo magnético estático sobre la cristalización de la sacarosa en solución, Tesis Doctoral, 2010. Universidad de Oriente.
3. Ribeaux G., Ares O., Fernández A., Falcón F., "Influencia del Campo Magnético Estático en la nucleación y cristalización de la sacarosa", Bol. Soc. Quím. Méx. 2008, 2(2), 60-62, ISSN 1870-1809.
4. Cefalas, A.C., Kobe, S., Drazic**,** G., Sarantopoulou, E., Kollia, Z., Strazisar, J., Meden, A., Nanocrystallization of $CaCO_3$ at solid/liquid interfaces in magnetic field: A quantum approach, Applied Surface Science, 254, 6715-6724, 2008.
5. Danielewicz-Ferchmin, I. and Ferchmin, A.R. Water at ions, biomolecules and charged surfaces, Phys. Chem. Liquids 42, 1-36, 2004.
6. Vegiri A. Reorientational relaxation and rotational-translational coupling in water clusters in a d.c. external electric field, J. Mol. Liq. 110, 155 –168, 2004.

BALANCE DE MATERIALES EN RUTAS DE BIOMASA
MATERIAL BALANCES IN BIOMASS ROUTES

Sabadí, R.

ICIDCA, raul.sabadi@icidca.azcuba.cu

Resumen.

Cada vez predomina más la cosecha mecanizada de caña verde, dejando a un lado el corte manual y la quema de caña. Esto permite que exista una mayor cantidad de paja disponible para otros usos, como la generación de electricidad. Existen diversas rutas para recoger y llevar la paja al ingenio y la selección de la más apropiada depende de las características del caso en cuestión y será una decisión económica. Por ello, disponer de un modelo de balance de materiales que permita analizarlas es conveniente. En este trabajo se presenta una metodología de cálculo para realizar el balance de biomasa, estimando sus cantidades y características en cada etapa de la ruta desde la cosecha hasta las calderas. Se discute un caso de estudio en que se demuestra la utilidad de esta herramienta de software.

Palabras claves: balance de materiales, biomasa, caña de azúcar, cogeneración

Abstract.

Nowadays, instead of manual cutting and cane burning, mechanized green cane harvesting is becoming more common. This allows more available trash for using in other purposes such as power generation. There are different routes for recovering and transporting the trash to the mill and the selection of the most appropriate will be an economic decision. To use a materials balance model for this analysis is thus convenient. In this paper a calculation methodology for doing the biomass balance, estimating quantities and characteristics in each stage of the route, from harvesting to boilers is presented. A case study is discussed, demonstrating the usefulness of this software application.

Keywords: material balance, biomass, sugarcane, cogeneration

Introducción.

Cada vez predomina más la cosecha mecanizada de caña verde, dejando a un lado el corte manual y la quema de caña. La cosechadora corta la caña, la trocea y la descarga en camiones para su transportación. En ese proceso separa parte de las hojas y además corta una parte de los cogollos. Es este momento una oportunidad para decidir llevar parte de la paja que acompaña a la caña al ingenio y acondicionarla como combustible en calderas. En general se mencionan cuatro rutas (Suleiman, 2005) para esto:

- Ruta A: caña cortada completa, transporte de la caña junto a la paja, limpieza de caña y recuperación de la paja en el ingenio antes del tándem.
- Ruta B: caña cortada completa, limpiada y troceada en el campo, transportada limpia, paja embalada en el campo y transportada al ingenio.
- Ruta C: caña cortada troceada, limpiada y cargada a camiones durante la cosecha, transportada limpia, paja embalada en el campo y transportada al ingenio.
- Ruta D: caña cortada troceada, con los ventiladores de la combinada apagados, caña y paja se cargan juntos a camiones que la transportan, limpieza de caña y recuperación de la paja en el ingenio antes del tándem.

La selección de la ruta más apropiada depende de las características del proyecto y será una decisión económica. Existen diversas rutas para recoger y llevar la paja al ingenio y la selección de la más apropiada depende de las características del caso en cuestión y será una decisión económica. Por ello, disponer de un modelo de balance de materiales que permita analizarlas es conveniente. En este trabajo se presenta una metodología de cálculo para realizar el balance de biomasa, estimando sus cantidades y características en cada etapa de la ruta desde la cosecha hasta las calderas.

Materiales y métodos.

Se ha implementado una hoja Excel para el análisis de las rutas de la biomasa tal como se muestra en la figura 1.

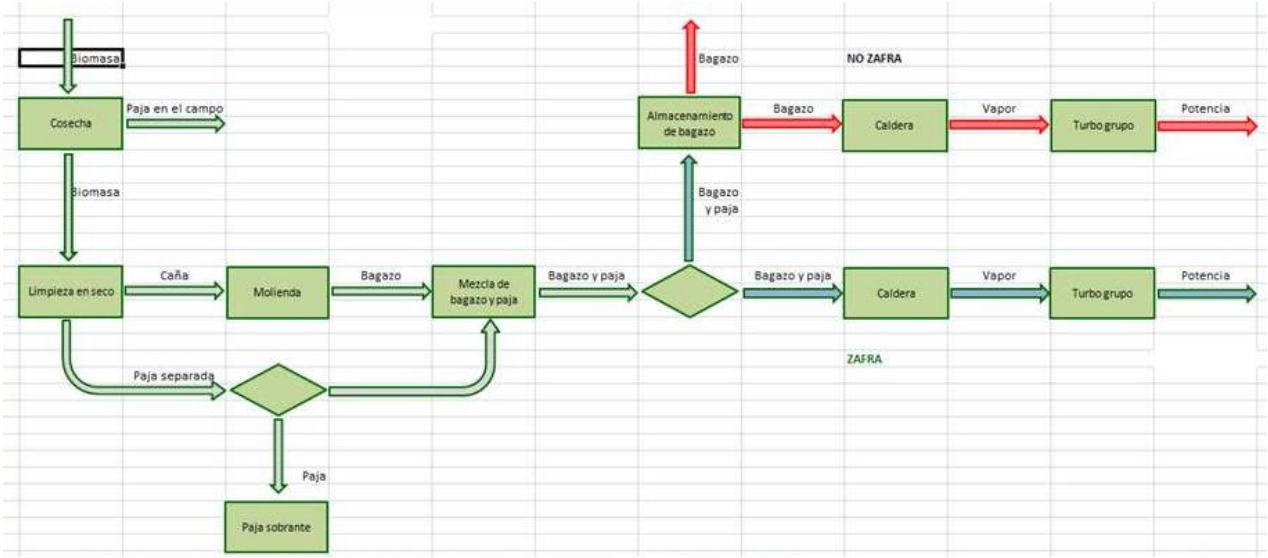


Figura 1. Diagrama de bloques de la ruta de la biomasa.

El tren de molinos es una etapa que debe ser detalladamente simulada y tributar información al balance global cuando se trate de un nivel de análisis con mayor precisión, digamos en una etapa de ingeniería básica de un proyecto de nuevas instalaciones. La simulación de esta etapa se realizaría entonces con el software MOLINOS del paquete de programas SIMFAD.

El cálculo comienza con la cantidad de biomasa que está disponible en el campo y su caracterización. Se considera el uso de cosecha mecanizada, pudiéndose definir la eficiencia de separación de paja en esta acción y calculándose la paja que queda sobre el campo por requisitos agronómicos y la que se transporta a la fábrica.

En la fábrica, delante del tren de molinos, se ha considerado la existencia de un sistema de limpieza en seco, de separación de paja, de la caña que sigue hacia el proceso de extracción de jugo. También en este caso se pueden simular diferentes eficiencias de separación y estudiar el aprovechamiento de la capacidad del tándem. La paja separada puede mezclarse con el bagazo en una proporción que puede definirse de acuerdo al tipo de caldera y a partir de ahí estudiar las posibilidades de generación de electricidad en zafra y no zafra, incluyéndose el cálculo de la biomasa que debe almacenarse para este último periodo.

Resultados y discusión.

Se analiza un caso de estudio de un ingenio de 6000 ton/día de capacidad que recibe caña de un área de 17000 ha con un rendimiento de 60 ton/ha. Se ha utilizado una composición de caña reportada en la literatura como referencia (Ripoli, 2004), la cantidad de paja considerada en la caña en el campo es de un 25%. A

partir de esta información se calcula cuanta biomasa hay en el campo y cuanta de ella corresponde a paja y a tallos limpios. Después se calcula la separación de paja que ocurre en el campo, a partir de datos de eficiencia de separación de la maquina cosechadora (Paver, 2013). Con esta información se ha determinado la paja que se deja en el campo y la que va hacia la industria (tabla I).

Tabla I. Composición de biomasa en el campo.

Biomasa total en el campo	ton	1,020,000
Paja en la biomasa en el campo	ton	255,000
Cana limpia	ton	765,000
Paja que queda en el campo	ton	129,619
Biomasa que va al ingenio	ton	890,381

En el caso que nos ocupa el cálculo indica que el 51% de la paja va hacia la industria, quedando el 49% en el campo. La biomasa que queda en el campo es del orden de 7.62 ton/ha. A los efectos del caso de estudio se considera apropiada esta cantidad, aunque ello depende de las características de los suelos y el clima fundamentalmente.

Los cálculos de la biomasa que va al tándem se realizan considerando la eficiencia de separación de la estación de limpieza en seco. Esta eficiencia de separación es una consecuencia de cómo se separan los diferentes componentes de los RAC en la misma (Paver, 2013). Como eficiencias globales de separación se han considerado cuatro alternativas con valores de 0%, 21%, 50% y 79%.

En los casos estudiados se analiza la generación de energía eléctrica para la red además de cubrir la requerida por los procesos de producción. Se deben producir, en zafra 10 MW para el proceso y 12 MW para la red, mientras se en no zafra se mantienen los 12 MW para la red y se requieren solo 4 MW para el proceso. Es decir, deben producirse 22 MW en zafra y 16 MW fuera de zafra. Se usan los siguientes índices:

- Vapor/biomasa (zafra/no zafra): 2.26, 2.12 ton/ton
- Electricidad/vapor (zafra/no zafra): 6.506, 4.606 kg/kWh
- Bagazo/caña, 32%

En la tabla 2 se muestran los resultados principales. Los resultados que se muestran en la tabla se corresponden con los balances a partir de la biomasa que llega a la estación de limpieza en seco pues se han considerado eficiencias semejantes en los tres casos para la cosecha mecanizada (890381 toneladas de residuos transportados a la estación de limpieza).

Tabla 2. Resultados principales de los balances.

Alternativas:	1	2	3	4
Eficiencia de separación en limpieza en seco:	21%	50%	79%	0%
	Cantidad (ton/zafra)			
Biomasa transportada a la estación de limpieza	890381	890381	890381	890381
Biomasa a molienda	863906	827217	791329	890381
Paja separada	26475	63164	99051	0
Paja a molienda con la caña	98906	62217	26329	125381
Bagazo producido	276450	264709	253225	284922
Paja a mezcla con bagazo	24039	46713	44687	0
Paja sobrante	2436	16450	54365	0
Mezcla bagazo y paja (combustible mezclado)	300489	311423	297912	284922
Combustible mezclado a calderas en zafra	227796	227796	227796	227796
Combustible mezclado a calderas fuera de zafra	71749	83429	70081	56732

En la alternativa 1 (21% de eficiencia de separación), el combustible mezclado a calderas en zafra es el 76% del total de combustible, almacenándose el 24% para la generación fuera de zafra. En este caso la mezcla de combustible solo puede tener un 8% de paja pues es muy poca la paja que se separa. El aprovechamiento de capacidad del tándem es del 96% y la duración de la generación fuera de zafra es de 87 días.
En la alternativa 2 (50% de eficiencia de separación), el combustible mezclado a calderas en zafra es el 73% del total de combustible, almacenándose el 27% para la generación fuera de zafra. En este caso la mezcla de combustible tiene un 15% de paja, el límite máximo establecido. El aprovechamiento de capacidad del tándem es del 92% y la duración de la generación fuera de zafra es de 100 días.
En la alternativa 3 (79% de eficiencia de separación), el combustible mezclado a calderas en zafra es el 77% del total de combustible, almacenándose el 23% para la generación fuera de zafra. En este caso la mezcla de combustible tiene 15% de paja, el límite máximo que se ha establecido. El aprovechamiento de capacidad del tándem es del 88% y la duración de la generación fuera de zafra es de 84 días.
Para la alternativa 3, si se utilizara una caldera que permitiera quemar toda la paja en mezcla con el bagazo, en este caso 28% en la mezcla, se podría generar durante 148 días fuera de zafra. Esta es sin dudas una mejor opción si se tratara de lo que en Cuba llamamos una planta bio-eléctrica.
Para la alternativa 2, en semejantes condiciones, se podría generar durante 118 días fuera de zafra. La paja en la mezcla seria 19%, un valor que algunos fabricantes consideran posible incluso en calderas de tipo stoker.
Sin dudas, si el objetivo es generar el mayor tiempo posible fuera de zafra, lo cual es un requisito para alcanzar la factibilidad económica en proyectos de bio-eléctricas, lograr la mayor eficiencia de separación de paja, en nuestro estudio el 79%, y después mezclar con el bagazo es lo más recomendable. Nótese que cuando se hace esto, el tándem trabaja más cómodo, en este caso al 88%, que es un valor alcanzable sin grandes exigencias. En los otros dos casos, 21% y 50%, el tándem se ve obligado a aprovechar su capacidad potencial al 96% y 92%, valores más difíciles de lograr.
En la alternativa 4 (0% de eficiencia de separación, caña integral), el combustible a calderas en zafra (solo bagazo) es el 80% del total de combustible, almacenándose el 20% para la generación fuera de zafra. El aprovechamiento de capacidad del tándem seria del 99% y la duración de la generación fuera de zafra sería 68 días.
Como se observa, se pone al límite al tándem, pues prácticamente no puede haber tiempo perdido para que se pueda moler toda la biomasa. Esta es una de las razones por lo que la molida de caña integral en ingenios ya existentes no ha sido recomendada. Y solo se puede generar fuera de zafra durante 68 días, el menor tiempo de todos los casos revisados. Además, el elevado valor de las materias extrañas entrando al proceso afecta el proceso de producción de azúcar, lo cual es otro elemento que disminuye la factibilidad económica.

Conclusiones.

- Se demuestra la utilidad de un modelo de balances de materiales soportado en Excel para el análisis de alternativas de utilización de la biomasa con fines de generación de electricidad.
- Este modelo de cálculo puede ser utilizado para analizar nuevos proyectos o estudiar la operación asociada a plantas ya existentes, lo cual se muestra en un caso de estudio.
- Debe continuarse su desarrollo incorporando los elementos de evaluación económica asociados.

Referencias

1. Suleiman José Hassuani et. al. (editores) (2005). Biomass power generation. Sugarcane bagasse and trash. Serie Caminhos para a sustentabilidade 01. Primera edición, PNUD-CTC, Brasil.
2. Ripoli, T.C.C.; Ripoli, M.L.C. (2004). Biomassa de cana de açúcar: colheita, energia e ambiente. ISBN 85-904440-5.
3. Paver, S. Comunicación personal.

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PUREZA META EN LA INDUSTRIA AZUCARERA CUBANA
METHOD IN ORDER TO THE TARGET PURITY DETERMINATION IN CUBAN SUGAR INDUSTRY

Autor (es): Verdecia A.[1], abelvera96@nauta.cu, Hernández L.[2], lerida.hernandez@datazucar.cu

[1] Empresa TECNOAZUCAR, AZCUBA; [2] División DATAZUCAR, ZETI, AZCUBA

RESUMEN

Se propone un método para la determinación de la pureza meta con alcance a las purezas aparentes tanto aerométrica como refractométrica. El desarrollo está soportado en la influencia determinante de la relación reductores/ceniza en el coeficiente de solubilidad.
Los datos de salida incluyen las purezas meta tanto real como aparente y una caracterización de la muestra de miel final, con indicadores como el coeficiente de solubilidad, coeficiente de sobresaturación, la relación levulosa/dextrosa, los sólidos solubles verdaderos y los brix de saturación. En base a esos parámetros se cuantifica por separado la influencia en el agotamiento de la temperatura y el porciento de sólidos disueltos de operación con respecto a los valores normas fijados y de la sobresaturación remanente debido a la presencia de cristales. Se establece una ecuación original para el coeficiente de solubilidad. El método tiene un carácter perfectible y flexible.
Palabras clave: Agotamiento de miel, purezas real y aparente.

ABSTRACT

A method is proposed in order to determination of target purity with reach to apparent purities, with both, hydrometric and refractometer. The development of this method is based in the determining influence of relation reducing sugar to ash (R/A) on the solubility coefficient.
The output data include true target purity, apparent purity and characterization of final molasses sample, with indicators like solubility coefficient, super saturation coefficient, saturation dry substance in percent, saturation hydrometric brix in percent, saturation refractometer brix in percent and dextrose/fructose relation. On the basis of those parameters, influence in the exhaustion of the operation temperature and operation percent of solid, is quantified by independent manner. Also influence due to remnant super saturation is quantified principally for account of the presence of crystals in final molasses. An original equation for the solubility coefficient is established. The method has a perfectible and flexible character.
Key words: Molasses exhaustion, apparent and true purities

INTRODUCCIÓN

Actualmente como criterio de agotamiento de la miel final existe un uso generalizado en la industria azucarera mundial de fórmulas de Pureza Meta, en su mayoría dependientes de la relación Reductores/Cenizas (R/C) como única variable, fundamentadas en extensos trabajos experimentales con avanzadas técnicas, cada una con condiciones específicas y todas a partir de sacarosa real y sólidos verdaderos.
No obstante, reconocida la influencia de la cantidad de no azúcares no se utiliza en las mencionadas fórmulas, debido al efecto del agua añadida en las centrifugas que puede cambiar drásticamente el valor de estos componentes en relación con el valor en el licor madre de la masa cocida antes de centrifugar.
La diferencia de la Pureza obtenida en la práctica fabril con la pureza meta se denomina Diferencia de Pureza Meta (DPM) y proporciona una indicación de la mejora potencial. (Rein p. 526)[1]. El cálculo de la DPM es a partir de purezas reales.

En la actualidad, en la industria azucarera, no se conoce un procedimiento de cálculo para una posible "Pureza Meta Aparente", que utilice como variable el brix aerométrico y la sacarosa aparente (% Pol).
En la cultura de la Industria azucarera cubana está muy arraigada la Pureza Aparente como un indicador de agotamiento de la miel final sin ningún patrón de comparación.
Estar en consonancia con la tendencia de control internacional y por su significado en el control de la eficiencia del proceso fabril, se impone la necesidad de poseer en la Industria Azucarera Cubana un método perfectible, que pueda ser utilizado como criterio de la potencialidad de agotamiento de la miel final ajustado a las condiciones actuales, tanto a las fabriles como analíticas de control. En resumen, se impone llegar en nuestro escenario a la Pureza Meta Aparente.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Particularidades del método propuesto.
En el proceso de cálculo se utilizan dos ecuaciones de regresión, una para los sólidos verdaderos, Sd, en función del brix refractométrico Br y la sacarosa S y la otra para el coeficiente de solubilidad CS en función de la relación reductores/cenizas R/C
Sd =100/(101,3/Br+0,932/S) (Ecuación de Matthesius and Mellet)[2]
CS = 1- 0,49 log(R/C) (Ecuación deducida a partir de la fórmula de pureza meta de Bruijn et al 1972 que se utiliza en Sudáfrica, escogida por la similitud de los métodos análisis con los empleados en Cuba. Ramil et al.[3] en un análisis del tema considera adecuada su uso para nuestras condiciones.
Los valores de la Purezas Meta, tanto reales como aparentes, se obtienen por un proceso de cálculos sucesivos a partir del Coeficiente de Solubilidad CS, y no por correlación directa con la relación reductores /cenizas R/C como en las fórmulas hoy en uso en el mundo azucarero.
B. Base del método.
Se parte del hecho de que no existen sustancias absolutamente insolubles en agua y de que la magnitud "solubilidad "es siempre mayor que cero, por lo que ninguna cristalización se opera por completo, tiene siempre un límite.
En el licor madre de una masa cocida final, una parte de la sacarosa, correspondiente a la solubilidad a la temperatura de trabajo, (estado de saturación), siempre permanecerá en solución en equilibrio con los cristales, en dependencia de la temperatura (Tt), el coeficiente de solubilidad (CS) y la cantidad de agua (100-Sd), factores que determinan el potencial de agotamiento máximo y que corresponden a la pureza real de equilibrio.
Para alcanzar la pureza aparente de equilibrio se unen a la condición anterior las siguientes consideraciones:

- La interrelación existente entre la polarización P, la sacarosa S, y los reductores R en el estado de operación fabril es extrapolable al estado de saturación.
- El brix aerométrico %, de una solución técnica es equivalente al porciento de sólidos sacarosa en una solución pura, extrapolable al estado de equilibrio.
- La relación matemática entre el brix refractométrico y los sólidos verdaderos es extrapolable al estado de saturación.

Purezas Metas, por definición, es igual a las purezas de equilibrio cuando estas últimas son calculadas para una máxima concentración de sólidos y una mínima temperatura de trabajo, nombrados a partir de ahora parámetros meta.
Generalmente, los límites de los parámetros meta dependen de las condiciones mecánicas de los cristalizadores de enfriamiento, específicamente de sus partes móviles.
En el método se utilizan como parámetros meta: 87,0 % sólidos verdaderos, y 45 ºC para la temperatura.
El carácter flexible del método posibilita variar estos parámetros y ajustar el patrón de comparación, las purezas metas, a las condiciones de un escenario particular.
C. Condicionales establecidas en el método:

1. La polarización, % Pol P, está dada por la suma algébrica de la polarización de la sacarosa S, glucosa G y levulosa L, y estas proporcionales al poder rotatorio especifico y cantidades respectivas.

2. Los reductores están constituido por dextrosa y levulosa y son las únicos no azucares ópticamente activo.
3. Como consecuencia de los condicionales 1 y 2, la diferencia de entre la Pol y la Sacarosa, (P-S), se debe a la actividad óptica resultante de los azúcares reductores, glucosa y levulosa.
4. La cristalización por enfriamiento, proceso de transferencia de masa, ocurre sin transformación química y sin evaporación.
5. Como resultado del condicional anterior, 4 la cantidad de reductores y las fracciones de glucosa y levulosa permanecen constante en todo el proceso.

D. Resumen de proceso de cálculo.

El procedimiento de cálculo, es por medio de la elaboración de una tabla de Excel a partir de los siguientes datos primarios de entrada: Sacarosa % S, Pol % P, Brix Aerométrico Ba, Brix Refractométrico Br, Azucares Reductores % R, Cenizas % C, Temperatura de enfriamiento Tt, que se presenta en forma resumida a continuación.

Wssat	Solubilidad sacarosa % solución pura a Tt	Ecuación de Charles*
qSat p	Solubilidad sacarosa gr /100gr agua solución pura a Tt	Wssat *100 / (100-Wssat)
CS	Coeficiente de Solubilidad	1 -0,17ln(R/C)
Sd	Sólidos totales verdaderos %	100/(101,3/Br+0,932/S)
qSat I	Solubilidad sacarosa gr /100gr agua solución impura a Tt	qSat p *CS
Ws	Concentración de operación de sacarosa gr/100 gr de agua	S x 100/(100-Sd)
Wsd	Concentración de operación de sólidos gr/100 gr de agua	Sd x 100/(100-Sd)
Pt C	Sacarosa potencial a cristalizar gr/ 100 gr de agua	(Ws-qSat I)
Ws.E	Concentración Equilibrio de sacarosa gr / 100 gr de agua	Ws-Pt C
Wsd.E	Concentración Equilibrio de sólidos gr / 100 gr de agua	Wsd - Pt C
S.E	% Sacarosa Equilibrio	Ws.E*100/(100+Wsd.E)
Sd.E	% Sólidos Verdaderos en Equilibrio	Wsd.E*100/(100+W sd.E)
PzR.E	Pureza Real Equilibrio de la Miel Final	S.E *100/ Sd.E
P.E	Pol % Equilibrio	S.E - R.E*(S-P)/R
R.E	Reductores % Equilibrio	(Wsd+100)*R/(Wsd.E+100)
Br.E	Brix % Refractométrico equilibrio	101,3*Sd.E/(100 - 0,092*Sd.E/S.E
Ba.E	Brix % Aerométrico Equilibrio	$\left(\frac{100\cdot Ba}{100-Ba} - PtC\right)\cdot 100 / \frac{100\cdot Ba}{100-Ba} - PtC + 100$
Pzr.E	Pureza Aparente Refractométrica Equilibrio	P.E *100 / Br.E
Pza.E	Pureza Aparente Refractométrica Equilibrio	P.E *100 / Ba.E
L	Levulosa %	0,364 *R + 0,456* (S.E - P.E)
D/L	Relación Dextrosa/Levulosa	R-L /L
SS	Coeficiente de Sobresaturación	Ws/qSat I

*La ecuación de Charles (1960) es comúnmente aceptada como la que representa adecuadamente la solubilidad de la sacarosa en soluciones puras y se expresa como: Wssat = 64,397 + 0,0725*Tt + 0,002057 *Tt^2 . - 9.035* 10^{-6} *Tt^3

E. Variantes en el proceso de cálculo.

El proceso de cálculo anterior se realiza para tres variantes, manteniendo constante las purezas, sea real, aparente aerométrica y refractométrica:

- Primera variante: Con porciento de sólidos verdaderos Sd y temperatura Tt de operación.
- Segunda Variante: Con el Sd meta y la temperatura Tt de operación.
- Tercera variante: Con el Sd meta y temperatura Tt meta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la manipulación de los indicadores obtenidos en el proceso de cálculo es posible:

- Calcular la Pureza Meta Real y la Pureza Meta Aparente aerométrica y refractométrica.
- Desglosar la Diferencia de Pureza Meta, DPM, a partir de las variantes en el proceso de cálculo, por causas de temperatura y % sólidos de operación con respecto a los parámetros metas establecidos.
- Caracterizar la muestra de miel final con los siguientes indicadores: Pureza Aparente Aerométrica, Pureza Aparente Refractométrica, Pureza Real ,% Sólidos Verdaderos, Relación Reductores/Cenizas ,Coeficiente de Solubilidad, Coeficiente de Sobresaturación, Relación Dextrosa/Levulosa Brix Aerométrico Saturación, Brix Refractométrico Saturación, y otros según consideración.
- Utilizar el coeficiente de sobresaturación SS como indicador del contenido de cristales de sacarosa en la muestra y estimar la influencia cuantificada en la Diferencia de Pureza Meta, pues por la característica del proceso tecnológico el licor madre debe estar cercano a la saturación, con un coeficiente de sobresaturación ligeramente superior a uno, pero muy cercano. Acorde a lo anterior cuando una muestra de miel final presenta un alto nivel del coeficiente de sobresaturación, SS, se debe a los cristales disueltos en el proceso de ejecución del análisis químico y por lo tanto es una indicación de la cantidad presente en la muestra original.
- El método rechaza las muestras con coeficiente de sobresaturación por debajo de 0,90 por considerar incongruentes y dudosos los valores de los datos primarios .
- Utilizar este método como herramienta de control y análisis , recordando que en la evaluación de los procesos de producción continuos, se jerarquiza la sencillez e inmediatez sobre la exactitud, contrario al fin con sentido académico.

CONCLUSIONES

- El método propuesto se basa en los mismos fundamentos que los utilizados en las diferentes fórmulas de pureza meta hoy existentes y se desarrolla a partir del coeficiente de solubilidad CS ecuación que se deriva de la fórmula de Bruijn que se adapta a nuestras condiciones.
- Los sólidos verdaderos se obtienen por ecuación de regresión acorde a la actual tendencia.
- Posibilita el cálculo de las purezas meta aparente y real.
- Además de los datos primarios, ofrece indicadores que amplían la caracterización de la miel.
- Calcula la Diferencia de Pureza Meta, DPM por concepto de temperatura, % sólidos y sobresaturación remanente y/o cristales en la muestra, lo que hace posible el análisis de las condiciones de trabajo y su corrección.
- El método propuesto constituye una herramienta útil para evaluar las característica de las mieles cubanas, calcular la pureza meta, y contribuir a la disminución de la pérdida de miel final.

REFERENCIAS

[1] Rein P. Ingeniería de la Caña de Azúcar. Edición en español. Berlín. VERLAG Dr. Albert Bartens KG, 2012. pp. 526, 533. ISBN 978-3-87040-142-9

[2] Matthesius G. A., and Mellet P. An exhaustion formula for South African molasses. Sugar Milling Research Institute University of Natal, 4041, Durban. Proceedings of The South African Sugar Technologists Association, 1976. p. 206. No tiene ISBN.

[3] Ramil M., Alfonso M., et al. Análisis de las pérdidas de sacarosa en mieles finales y resultados de la comparación entre centrales azucareros cubanos. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). 2014

SISTEMA DE JUGO MEZCLADO POR GRAVEDAD DESDE LA PLANTA MOLEDORA AL PROCESO, UNA SOLUCIÓN PARA LA EFICIENCIA

SISTEM OF JUICE MIXED BY GRAVITY FROM THE GRINDING PLANT TO THE PROCESS, A SOLUTION FOR THE EFFICIENCY

Autor: Jorge, P.
UEB Centro Este. IPROYAZ Camagüey
e-mail: pedro.jorge@iproyazcm.azcuba.cu

RESUMEN

El Sistema está diseñado para una molida diaria de caña de 6 900 t en la UEB Central Azucarero Brasil, todo el jugo mezclado proveniente de la Planta moledora se conduce por gravedad hasta la Planta de purificación de jugo. Se racionaliza dos electro-bombas que tradicionalmente realizan esta función. Se calculan; el costo de adquisición y montaje del Sistema por bombeo incluyendo parte de la descarga, las diferencias monetarias de los Sistemas (por bombeo y por gravedad) donde son comunes; los costos de mantenimiento y el del Proyecto ejecutivo; obteniéndose un ahorro de 42 393,6 CUP y 13 568,91 CUC. Se calcula la potencia de los motores a racionalizar (22 kW) con lo que se obtiene por ahorro energético 4 768,05 CUC, que sumado a lo anterior se logra un ahorro total de 42 393,6 CUP y 18 336,96 CUC. El Sistema ha operado sin dificultad en las últimas tres zafras.
Palabras claves: sistema, jugo mezclado, gravedad, racionalizan, costos, ahorro.

ABSTRACT

The System is designed for worn out a daily one of cane of 6 900 t in the Central UEB Sugar Brazil, all the mixed juice originating of grinding Plant is conducted by gravity until Plant of purification of juice. One rationalizes two electro-pumps that traditionally make this function. They calculate; the cost of acquisition and assembly of the System by pumping including part of the unloading, the monetary differences of the Systems (by pumping and gravity) where are common; the costs of maintenance and the one of the Executive Project; obtaining a saving of 42 393.6 CUP and 13 568.91 CUC. the engine power calculates to rationalize (22 kW) with which obtains by power saving 4 768.05 CUC, that added to the previous thing are obtained a total saving of 42 393.6 CUP and 18 336.96 CUC. The System has operated without difficulty in last the three drip jars.
Key words: system, mixed juice, gravity, rationalize, costs, saving.

INTRODUCCIÓN

A partir de la Tarea de restablecer las operaciones en la UEB. Central Azucarero Brasil de la provincia de Camagüey, y con el objetivo de lograr sistemas más racionales, operativos y que contribuyan a obtener ahorros apreciables; se diseña el Sistema de jugo mezclado por gravedad.
El objetivo principal es, concebir un Sistema que garantice que todo el jugo mezclado que se genera en la Planta moledora se conduzca por gravedad a la Planta de purificación de jugo, con lo que se logra racionalizar las electro-bombas que tradicionalmente realizan esta función y sus conexiones tecnológicas y eléctricas necesarias, además de, las construcciones civiles correspondientes.

Comprende específicamente, el diseño del Sistema de jugo mezclado por gravedad desde el colador rotatorio ubicado en Planta moledora, hasta el tanque para jugo mezclado ubicado en Planta de purificación de jugo y la contabilización de los ahorros que se obtienen con respecto al Sistema si fuera por bombeo.
La molida de caña es de 6 900 toneladas de caña por día (tcd).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr su materialización; primeramente se calcula la altura que debía tener el punto de entrega de jugo mezclado del colador rotatorio, teniendo en cuenta la pendiente recomendada (1) para este tipo de Sistema (en este caso i= 0,001) y la longitud total del Sistema (75 m).
Con el de flujo de 356 m³/h para la molida de caña de 6 900 tcd, con un margen de seguridad del 30 %, una densidad del jugo de 1,05 t/m³ y una velocidad (por gravedad) (1) del jugo mezclado de 1,1 m/s, se calcula el diámetro de la tubería resultando que debe ser de 377 x 10 (14").
Si se hubiera instalado el Sistema tradicional por bombeo, los gastos de la Inversión son mayores pues tendrían que haber adquirido y montado adicionalmente:

- Dos electro-bombas (dos bombas 6CRVL y dos motores de 22 kW, 1 750 r/min., 440 volts.). Más adelante se muestran los cálculos de la potencia de los motores.
- Varias válvulas ((dos cuña DN=300 (12")), ((dos cuña DN=250 (10")) y ((dos retención DN=250 (10")).
- Tramos de tuberías de Ø= 377 x 10 (9,2 m), Ø= 325 x 9 (1,5 m) y Ø=273 x 8 (9,4 m) y otros accesorios como reducidos concéntricos, bridas slip on, bridas ciegas, tornillos, tuercas y arandelas, así como juntas de goma; según diámetros de las tuberías. (2).
- Tablero eléctrico con sus interruptores, contactores magnéticos, relé térmicos necesarios según potencia de los motores a instalar (22 kW), así como el cable multiconductor de cobre [4 x 4] mm² con aislamiento y cubierta de PVC hasta 600 V y 75 ˚C y tubería metálica para instalaciones eléctricas Ø=20 mm.
- Materiales para la construcción de los cimientos (dos) de las electro-bombas.

Los gastos anteriores ascienden a: **19 968,45 CUP y 19 272,8 CUC.**

Considerando los costos adquisición y montaje de la parte del Sistema que es común para ambos; tenemos que:

- Por bombeo hay un exceso con respecto al de gravedad de 17 425,15 CUP.
- Por gravedad hay un exceso con respecto al de bombeo de 5 703,89 CUC.

Los valores de adquisición y montaje se han obtenido utilizando el Programa SIECONS 8.50.
A los valores anteriores se la adiciona las diferencias (por bombeo - por gravedad) entre los Proyectos Ejecutivos que es de 4 000 CUP y los costos de reparación y mantenimiento que es de 1 000 CUP.
Por lo tanto tendremos un ahorro hasta aquí de:

- 19 968,45 + 17 425,15 + 4 000 + 1 000 = **42 393,6 CUP**, y
- 19 972,80 - 5 703,89 = **13 568,91 CUC**.

<u>Ahorro energético:</u>
Se calcula la potencia de los motores de las bombas a instalar si el sistema fuera por bombeo, teniendo en cuenta el flujo de 356 m³/h, las pérdidas totales de 10,22 m (la altura de entrega del jugo al tanque igual a 7,3 m y las pérdidas en tuberías (3) y accesorios igual a 2,92 m), la densidad

del jugo de (1,05 %), y como resultado se obtiene que deben ser de 22 kW con un margen de seguridad del 25 %.

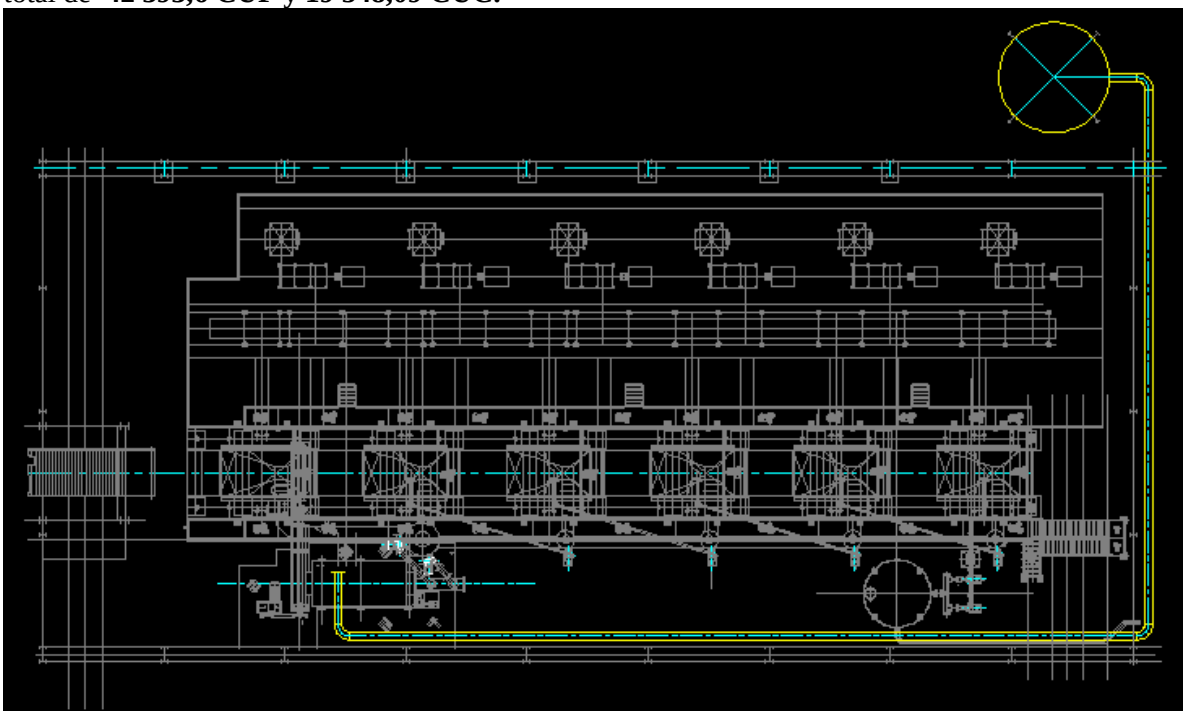
Por lo tanto, se obtiene además, un ahorro energético que vendría dado por la racionalización de los motores de 22 kW, que teniendo en cuenta el régimen de trabajo de uno de ellos en una zafra de 150 días, con un 10 % de tiempo perdido, se logran ahorrar 71,28 MWh, que equivale a 19,92 t de fuel oil (1 MWh / 0,2794 t de fuel oil) cuyo costo es de 5 979,18 USD (CUC) (300,16 USD/t fuel oil), para nuestro caso se considera como sustitución de importaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla I. Resumen de los ahorros obtenidos.

Denominación	Por bombeo		Por gravedad	
	CUP	CUC	CUP	CUC
- Suministro, construcción y montaje, hasta colector de descarga.	9 922,63	7 454,18	-	-
- Equipos.	10 045,82	11 818,62	-	-
Ahorro parcial	**19 968,45**	**19 272,80**	-	-
- Diferencia donde son comunes.	17 425,15	-	-	5 703,89
- Diferencia valor proyecto ejecutivo.	4 000,0	-	-	-
- Diferencia reparación y mantenimiento.	1 000,0	-	-	-
Sub total (ahorro)	**42 393,60**	**13 568,91** (19 272,80 - 5 703,89)		
- Por ahorro energético.				5 979,18
Ahorro total	**42 393,60**	**19 548,09** (13 568,91 + 5 979,18)		

Como se observa, al decidir ejecutar el sistema por gravedad y no por bombeo, se obtiene un ahorro total de **42 393,6 CUP y 19 548,09 CUC.**



Plano No. 1. Vista en planta del Sistema de jugo mezclado.

CONCLUSIONES

ES UNA SOLUCIÓN PARA LA EFICIENCIA, YA QUE:

- Se logra un Sistema que garantiza que todo el jugo mezclado se conduzca por gravedad de manera eficiente desde el colador rotatorio ubicado en la Planta Moledora hasta el tanque para jugo mezclado ubicado en Planta de purificación de jugo.
- En las zafras 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017 el Sistema ha trabajado sin dificultad en la UEB Central Azucarero Brasil y en las zafras 2015-2016 y 2016-2017 en la UEB Central Azucarero Batalla de las Guásimas, comprobándose que el diseño es seguro y eficiente.
- Se obtiene un ahorro total de 42 393,6 CUP y 19 548,09 CUC, que puede aprovechar en la ejecución de otras Inversiones necesarias y en la sustitución de importaciones.

SUGERENCIAS:

- Sugerimos que los resultados obtenidos en las UEB Central Azucarero Brasil y Batalla de las Guásimas, se tomen como referencia para incentivar los análisis correspondientes en aquellos Centrales Azucareros que aún no lo tengan concebido.

- Estamos en la disposición de colaborar en los análisis necesarios, en la búsqueda de diseños y soluciones racionales para el proceso azucarero.

REFERENCIAS

1- Bases de Diseño para la Industria Azucarera. Sección II. Ingeniería de Proceso. IPROYAZ, Octubre, 1985. p.II-5.

2- Normas Cubanas:

- NC 10-54:84 Acero y sus laminados. Selección.
- NC 06-79:85 Elementos de fijación, tornillos, tuercas y arandelas. Selección.

3- Cameron Hydraulic Data. Instituto Cubano del Libro. Editorial Pueblo y Educación. Tercera Edición, 1974. p.42.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE DEXTRANASA EN UN CENTRAL AZUCARERO CUBANO

RESULTS OF DEXTRANASE APPLICATION IN A CUBAN SUGAR MILL

Autores: Monduí R.; Ramil M.; Chanfón J. M.; Alfonso M.; Consuegra R.
Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar
ruben.mondui@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se valoran los resultados de la aplicación de dextranasa en el central azucarero cubano "30 de Noviembre". Entre estos resaltan la disminución apreciable del contenido de dextrana en el azúcar y el incremento del agotamiento de mieles. Se realiza además una valoración del efecto económico derivado de la aplicación de la enzima.
Palabras clave: dextrana, dextranasa, agotamiento de miel.

ABSTRACT

Results associates with dextranase application in "30 de Noviembre" sugar mill are evaluated. Some of the most relevant results are sugar dextran reduction and a better molasses exhaustion. The economic effect of the enzyme addition is also evaluated.
Key words: dextran, dextranase, molasses exhaustion.

INTRODUCCIÓN

Los altos e inusuales valores de dextrana en azúcar motivaron la aplicación de la enzima dextranasa en el central "30 de Noviembre" durante días. La enzima fue previamente sometida a una evaluación preliminar por el ICIDCA a nivel de laboratorio con resultados prometedores a una concentración igual a 30 mg/ kg de jugo. A continuación se valoran los resultados obtenidos de la aplicación industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se decidió aplicar la dextranasa en el jugo mezclado atendiendo a las exigencias de temperatura (menor que 55 ^{o}C) y tiempo de retención del fluido (20 minutos) sugeridas por el proveedor del producto.

Las mediciones del contenido de dextrana en el azúcar responden a la técnica analítica contenida en el MACU (1) sustentada en el método HAZE. Los datos relacionados con los valores de pureza de los productos azucarados también responden al MACU.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto económico de la aplicación de la dextranasa está dado por dos aspectos fundamentales que son la reducción de la pureza de la miel final y su incidencia en la penalización al precio del azúcar. En ¨30 de Noviembre¨ la dextrana en azúcar se redujo de un valor de unas 600 ppm a unas 140 ppm por concepto de la aplicación de la enzima (tabla I). También se produjo un incremento manifiesto de la pol en azúcar.

TABLA I. Resultados de la aplicación de dextranasa. (lo sombreado corresponde a la aplicación de la enzima).

Días	Dextrana en azúcar (ppm)	Pol en azúcar
14-may	642	98,78
15-may	727	98,86
16-may	629	98,92
17-may	230 Aplicación de dextranasa	99,10
18-may	115	99,12
19-may	no se midió	99,10
20-may	122	99,15
21-may	103	99,10
22-may	111	99,17
23-may	95	99.13
24-may	119	99.20
25-may	170	99.27
26-may	149	99.15

Durante la prueba el ingenio molió de manera especialmente baja. El incremento del tiempo de retención debido a lo anterior y la esporádica extracción de miel B no permitieron valorar el efecto sobre la pureza de la miel final, ya que la zafra concluyó antes de lograrse el objetivo. No ocurrió igual con el azúcar y la miel A producidas en un esquema donde se envasa un solo producto derivado de masa cocida A que consume algo más que el 80 % del fluido recién tratado con enzima como meladura (un pie de semilla para tres templas). La tabla II muestra el comportamiento de la pureza de la miel A y de la diferencia entre masa A - miel A antes y después de la aplicación de la enzima. La reducción de la pureza de la miel debida al tratamiento fue notable (promedio = 2,67) y esto se correspondió con una mejor caída de pureza entre masa y miel (promedio = 2,44). El resultado es consecuente con reportes acerca de la relación entre la dextrana y el agotamiento de las mieles.

TABLA I I. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE DEXTRANASA SOBRE LA CAÍDA DE PUREZA ENTRE MASA A Y MIEL A. (lo sombreado corresponde a la aplicación de la enzima).

Días	Pza Masa A	Pza miel A	Caída pza
1	86,85	75,26	11,59
2	86,12	75,02	11,1
3	86,25	74,82	11,43
4	86,33	73,72	12,61
5	86,8	78,15	8,65
6	86,45	74,41	12,04
7	86,84	76,12	10,72
8	86,4	76,43	9,97
9	86,83	70,84	15,99
10	86,69	73,42	13,27
11	85,4	74,11	11,29
12	85,73	73,83	11,9
13	86,12	72,81	13,31

14	86,82	72,65	14,17
15	86,65	72,55	14,1

Según estudios reportados en la literatura (2), la relación entre el incremento de la pureza meta de la miel final y la dextrana en azúcar responde a:

Incremento de pureza = 0,0078* DA

Donde DA: Dextrana en azúcar.
Para DA= 650 ppm (promedio de dextrana en azúcar días antes de aplicar dextranasa) el incremento es de 5 unidades de pureza, mientras que para 140 (promedio de dextrana en azúcar los días de aplicación de la dextranasa) es de 1,1 unidades, por lo que la diferencia es 3,9. Esta reducción de pureza, según balance de materiales, significa un incremento de la producción de azúcar igual a 0,3 t por cada 100 t de caña molida. La dosis de aplicación de dextranasa fue de 30 mg/kg de caña, lo que significa el insumo de 3 kg de producto por cada 100 t de caña. Estos 3 kg de dextranasa cuestan 69 USD (para 23 USD el kg) y 0,3 t de azúcar significan un ahorro de 111 USD (370 USD/t azúcar). Por otra parte, considerando la penalización por concepto de dextrana (0.01 USD/ppm) el beneficio se incrementa en el orden de 30 USD/100t caña. De acuerdo con las consideraciones antes expuestas, la razón costo/beneficio es de 0,49. Por último, no se debe dejar de considerar el incremento notable que se produjo en la pol en azúcar, lo que dio lugar a que la variable alcanzara los valores normados.

CONCLUSIONES

- La aplicación de la dextranasa en el central ¨30 de Noviembre¨ causó buen impacto atendiendo a la reducción significativa de la dextrana en azúcar que elimina las penalizaciones.
- El corto período de prueba impidió calcular los beneficios que se hubieran derivado al disminuirse las pérdidas en mieles. Aun así, de acuerdo a la literatura internacional, pudiera esperarse un incremento de la recuperación de azúcar por el concepto anterior de 0.3 t por cada 100 t de caña procesada.
- Considerando el beneficio anterior y la reducción de la penalización por concepto de dextrana (0.01 USD/ppm) la razón costo/beneficio es de 0,49.
- La dextranasa es un producto especialmente caro, por lo que deben procurarse todas las alternativas para evitar la formación excesiva de dextrana.

REFERENCIAS

1. Sanfiel. F; Fernández. F. ¨Métodos Analíticos para Azúcar Crudo¨. Publicaciones Azucareras. Ciudad de La Habana. Cuba. (2006) 209 pp
2. Ravno. AB; Purchase BS. “Dealing with dextran in the South African Sugar Industry”, Proceeding South African Sugar Technology Association (2005) 79:28-47

DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUALES LÍQUIDOS DURANTE EL PROCESO DE RECTIFICACIÓN DE FLEMAS ALCOHÓLICAS Y ALCOHOLES DE BAJO GRADO EN LA DESTILERÍA HABANA

DECREASE OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE RESIDUAL LIQUIDS DURING THE PROCESS OF RECTIFICATION OF ALCOHOLIC PHLEGMS AND ALCOHOLS OF LOW GRADE IN THE STILL HAVANA

Autor (es): Chanfón, J *, La Guardia, M. y Morales, A.
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
* juana.chanfon@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Durante 51 años (desde 1945 hasta 1996), obtuvo alcohol a través de fermentación Alcohólica y hace 16 años produce destilados rectificados, flemas alcohólicas y alcoholes de bajo grado y mal gusto, que solo servirían para preparar F5 como combustible en otras destilerías, sin embargo después de entrar las flemas en el proceso tecnológico se convierten en alcoholes de altísima calidad. Toda esta tecnología fue cambiada con los propios recursos del antiguo sistema con excepción del sistema de repaso que fue lo único que se cambió al entregar la columna destiladora que recibía el vino fermentado. La evaluación de sus residuales nos permite conocer su impacto ambiental al medio ambiente según la NC 27:2012 (1).

PALABRAS CLAVE: impacto ambiental, residuales, flemas alcohólicas

ABSTRACT

During 51 years (from 1945 up to 1996), it was obtained alcohol through Alcoholic fermentation and it was has taken place for 16 years distilled rectified, alcoholic Phlegms and alcohols of low grade and wrong pleasure that alone they would be good to prepare F5 like fuel in other stills, however after entering the phlegms in the technological process they become alcohols of towering quality. This whole technology was changed with the own resources of the old system except for the review system that was the only thing that you change when the column distiller that it was received the fermented wine surrendering. The evaluation of its residual ones allows us to know its environmental impact to the environment according to the NC 27:2012 (1).

KEY WORDS: environmental impact, residual, alcoholic phlegm

INTRODUCCIÓN

En Cuba uno de los principales problemas está relacionado con la contaminación de las aguas de mar; este es el caso de la Bahía de La Habana, la cual presenta un alto nivel de contaminación causada fundamentalmente por las actividades domésticas e industriales de más de 88 entidades que tributan sus desechos de forma directa o indirecta sin un adecuado tratamiento previo.

Para lograr el mejor funcionamiento de los sistemas de tratamientos ya existentes y para diseñar los nuevos, es necesario conocer las características de las aguas residuales. Al caracterizar las aguas residuales se obtiene la información suficiente que permite manejar eficientemente cada corriente dentro de la industria, de manera que se logre disminuir sus cargas orgánicas contaminantes. Además, la información obtenida también permite conocer y evaluar el funcionamiento de los sistemas de tratamientos, así como tomar las medidas que sean necesarias para solucionar los problemas que se presenten.

El objetivo de este trabajo es la caracterización de los residuales de la UEB Destilería Habana, realizando los análisis físicos químicos a los residuales que generan al río en cuanto a su aporte contaminante y conocer sí los resultados cumple con lo establecido en la NC 27:2012 (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización de las muestras analizadas se realizó según la metodología para la caracterización de las aguas y aguas residuales de la industria azucarera (2). Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Demanda Química de Oxígeno empleando la modificación rápida del Standard Methods (3).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno empleando el equipo Oxitop de la WTW (Alemania) (4).
- pH y conductividad a partir de la medición por electrodos (2).
- Nitrógeno Total por el método Kjeldahl, después de digestión en medio ácido (5).
- Fósforo por determinación colorimétrico, después de digestión en medio ácido (2).
- Grasas y Aceites/ Procedimiento del laboratorio (2).
- Solidos. / Procedimiento del laboratorio (2).
-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I y Tabla II se muestra una comparación entre la producción de alcohol por fermentación alcohólica antes de cambiar el proceso tecnológico según reporte de la destilería (6).

Tabla I. Resultados de vertimiento líquido con fermentación

Parámetros	***Cantidad***	***Características***	***Grado Eliminación***
Vinazas	750 ^{3} m diarios	105 $^{\circ}$C de Temp, pH 4.2 a 5.0, DQO 7000 mg/L.	Total o completo
Aguas residuales producto de la fermentación	8 m^3 diarios	77 $^{\circ}$C ,pH 3.4 a 4.0, DQO 29000 mg/ L.	Total o completo

Tabla II. Resultados de agua residual de fermentación

Parámetros	***Unidad***	***Valor calculado***
DQO	mg/L	73 000
DBO	mg/L	29 000
Temperatura	$^{\circ}$C	77
caudal	m^3	1,6
Nitrógeno	mg/L	855
pH	-	3,4
ST	mg/L	35 400

Resultados de la destilería después del cambio tecnológico

En la Tabla III y Tabla IV se muestra la caracterización de las salidas de los residuales desde el punto de vista de contaminación ambiental en dos muestreos en diferentes etapas.

Tabla III. Caracterización de residuales

Parámetros	***Unidad***	***Vertimiento I***	***Vertimiento II***	***Vertimiento III***
DQO	mg/.L	34,6	11,6	7,1
DBO	mg/.L	0,0	0,0	0,0
Temperatura	°C	29,0	28,7	28,7
Nitrógeno	mg/.L	0,0	0,0	0,0
Fósforo	mg/.L	0,62	0,67	4,36
pH	-	11,24	9,42	9,50
CE	µS.cm-1	621	21,4	26,8
Grasas	mg/.L	0,0	0,0	0,0
SST	mg/.L	<1	<1	<1
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	Ausente

Como se observa en la Tabla III los valores de los parámetros, Fósforo [5], SST [6], Grasas, Temperatura, Conductividad, DQO, Nitrógeno Total, Materia flotante, DBO_5, cumplen con lo establecido en la norma cubana NC 27:2012[4] para estos indicadores.En el caso de los pH, los valores oscilan entre 1,38 – 1,62 superior alo establecido en la norma.

Tabla IV. Caracterización de las salidas de los residuales desde el punto de vista de contaminación ambiental

Parámetros	***Unidad***	***Vertimiento I***	***Rectificadora Vertimiento II***	***Columna matriz III***
DQO	mg/.L	20,7	6,9	17,3
DBO	mg/.L	10,4	3,4	5,2
Temperatura	°C	28	28,2	28,6
Nitrógeno	mg/.L	14	112	112
Fósforo	mg/.L	3,37	1,24	2,90
pH	-	8,46	8,21	9,61
CE	$\mu S.cm^{-1}$	19,1	660	54,9
Grasas	mg/.L	1,6	21,6	5,81
SST	mg/.L	<1	<1	<1
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	Ausente

Como se observa en la Tabla IV los valores de los parámetros, Fósforo [1], SST, Grasas, Temperatura, Conductividad, DQO, Nitrógeno Total, Materia flotante, DBO_5, cumplen con lo establecido en la norma cubana NC 27:2012[4] para estos indicadores.
En el caso de los pH los valores oscilan entre 1,18 – 1,39 superior a lo establecido en la norma. Estos se debe que el agua de río es acida y utilizan NaOH para elevar el pH.
Los Nitrógenos totales la muestra I e encuentra en los límites permisibles de la norma no siendo así con las muestras II y III que estas 5,6 veces por encima de la norma.

Medidas tomadas para la disminución del impacto ambiental.

- Cambio de tecnología, no se fermenta, Rectificación flemas y alcohol técnico A.
- Motores eléctricos.
- Alcalización del agua del río.
- Colector de grasas.
- No hay residuo en la cabeza y cola púes esto lo utilizan para el F5 (combustible) púes se hace de las cabezas del reproceso no pura, y de las colas de todos los sistemas.
- Automatización mínima del sistema de rectificación general que se explota.
- Rehabilitación del sistema de rectificación general que se explota.

- Sustitución de la recuperadora de solvente.

Todas estas medidas conducen a la disminución de los indicadores de la contaminación de las aguas residuales.

CONCLUSIONES

Todas estas medidas indicadas condujeron a la disminución del impacto ambiental excepto el controle la adicción del NaOH para disminuir el pH por la utilización del agua del río.

La utilización de la calidad de la materia prima provoca que el nitrógeno se encuentre por encima de los valores permisibles según la norma.

REFERENCIAS

1. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado NC 27:2012 Nitrogen. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21 Editions. 2005. APHA-AWWA-WPCF.
2. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21 Edition. 2005. APHA-AWWA-WPCF. Obaya, M C., Valdés, E., León, O.L., Villa, P., Ramos, J., Eng, F., Valencia, R., Diez, K., Pérez, H., Diez, F.
3. Conde, J., Bartós, J., Reyes, A. Método de determinación rápida de la Demanda Química de Oxígeno. Revista Sobre los Derivados de la Caña XII 3, 21-31, 1978.
4. Sytem Oxitop^{R} Control. Operating Manual. WTW, Alemania. htpp://www.wtw.com [Consulta 20 agosto 2012].
5. Nitrógeno total por el método Kjeldahl, después de digestión en medio ácido según el método estándar.
6. Reporte de la Destilería “Destilería Habana”. Informe interno, 2003.

DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN AGUAS DE USO TECNOLOGICO PARA LAS CENTRÍFUGAS
DETERMINATION OF TOTAL AND FECAL COLIFORMS IN WATER OF TECHNOLOGICAL USE FOR CENTRIFUGES

Autor (es): Maria Teresa Fernández [1]*
1. Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Vía Blanca 804, AP 4026, CP 11000, Ciudad de la Habana, Cuba. Teléfono: (537)6967015; Fax: (537)988243
* maritere.fernandez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Los coliformes son indicadores de contaminación del agua y los alimentos. La determinación y concentración de estas bacterias en el agua condensada para usos tecnológicos en los centrales azucareros proporciona una herramienta de control indispensable para conocer su calidad. El objetivo del trabajo fue la detección y enumeración de coliformes totales y fecales a las aguas para el lavado del azúcar crudo en las centrífugas en dos centrales del país por el método del NMP, tomando como referencia las NC-ISO 4831-7218 y NC 968. Los resultados reflejaron la presencia en estas aguas de coliformes fecales y totales, estos últimos, por encima de los límites máximos admisibles reportados en la norma. Asimismo indicaron que algunas de estas aguas no cumplen los requisitos sanitarios del agua potable.
Palabras claves: coliformes totales y fecales, indicadores de contaminación, calidad del agua

ABSTRACT

Coliforms are indicators of contamination of water and food. The determination and concentration of these bacteria in the condensed water for technological uses in sugar mills provides an indispensable control tool to know their quality. The objective of the work was to detect and enumerate total and fecal coliforms in the waters for the washing of raw sugar in the centrifuges at two plants of the country by the method of the MPN, taking as reference the NC-ISO 4831-7218 and NC 968 The results showed the presence in these waters of fecal and total coliforms, the latter, above the maximum admissible limits reported in the standard. They also indicated that some of these waters do not meet the sanitary requirements of drinking water.
Key words: total and fecal coliforms, contamination indicators, water quality

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental en el proceso de fabricación de azúcar crudo y proviene de dos fuentes principales: el agua contenida en la caña de azúcar y que se recupera en los procesos de evaporación y cristalización y el agua cruda proveniente de ríos y pozos naturales. El agua que se recupera en los procesos de evaporación o agua de condensados se utiliza como agua vegetal para el lavado del azúcar en las centrífugas. La calidad microbiológica de esta agua es un factor determinante en la industria y por ello se hace necesario que cumpla los requisitos microbiológicos de calidad sanitaria para el agua potable. Es importante demostrar mediante análisis microbiológicos la presencia o ausencia de coliformes totales y fecales (bacterias que soportan temperaturas hasta 45°C) en estas aguas, teniendo en cuenta que este grupo de especies bacterianas funcionan como indicadores de la degradación de los cuerpos de agua o como alerta de que ocurrió una contaminación de origen fecal (1). Basado en estos análisis el objetivo del trabajo fue la detección y enumeración de estas bacterias en el agua de uso tecnológico para las centrífugas pertenecientes a dos centrales azucareros en los meses de zafra, años 2016 y 2017.

MATERIALES Y MÉTODOS

La detección y enumeración de coliformes totales y fecales se realizó por la técnica del número más probable o tubos múltiples de fermentación (NMP), método estadístico con una confiabilidad de 95%, según la NC-ISO 4831:2010 (2), NC-ISO 7218: 2013 (3) y NC 968:2013 (4). La técnica se basa en la capacidad que tienen los coliformes de producir gas a partir de la fermentación de la lactosa, utilizando para ello un medio de enriquecimiento selectivo, Caldo triptosa lauril sulfato (prueba presuntiva), y un medio de cultivo diferencial Caldo bilis lactosa verde brillante o EC (prueba confirmativa).
Se colectaron y analizaron de dos a tres muestras de agua por mes durante la zafra 2016 y 2017.
Los resultados se reportan como NMP de coliformes/100mL de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aguas para el lavado del azúcar en las centrífugas o agua de condensado son aguas turbias contaminadas con trazas de azúcar (Figura 1). Esta contaminación es provocada principalmente por arrastres de pequeñas gotas de jugo en el vapor, por fallos de hermeticidad en los intercambiadores de calor y por incumplimiento de la disciplina tecnológica, aspectos frecuentes en las fábricas de azúcar (5). Estas aguas no deben tener microorganismos debido a que alcanzan temperaturas próximas a los 90°C, lo que la convierte en un agua acta para ser utilizada como agua vegetal para el lavado del azúcar. Sin embargo, no siempre su temperatura se mantiene igual, oscila entre los 40°C y 90°C y en ocasiones puede contaminarse por malas condiciones higiénicas en el área de las centrífugas o por la entrada de agua cruda al tanque de condensado (6).

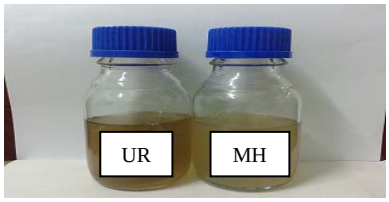


Fig. 1 Aguas de condensados.

El NMP de coliformes fecales encontrados por cada 100 ml de agua de condesados se muestran en la Tabla I. Solamente se confirmó la presencia de coliformes fecales en uno de los centrales azucareros estudiados. De forma general existe ausencia total de estas bacterias en este tipo de aguas y según la NC 968:2013, el resultado se refleja como <3. Independientemente de la pequeña cantidad de coliformes fecales encontrados en una de las muestras de agua, este resultado indicó la presencia de una posible contaminación fecal. Entre las bacterias que podemos encontrar como parte de una contaminación fecal y que soportan temperaturas de 45°C están algunas cepas patógenas de *Escherichia coli*, microorganismo que se encuentra casi exclusivamente en un número elevado en las heces de humanos y animales de sangre caliente. Sin embargo pueden estar presentes otros coliformes pertenecientes a especies de los géneros *Klebsiella y Citrobacter*, los cuales tienen una importante función secundaria como indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales (7). La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH y humedad. Algunos géneros son autóctonos de aguas con residuos vegetales, como hojas en descomposición y también pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua (1). Por ello, es importante realizar controles sistemáticos a las aguas de condensado durante la zafra a través de estos indicadores microbianos que representan un riesgo sanitario por el consumo de aguas y alimentos contaminados.

Tabla I. NMP de coliformes fecales por cada 100 mL de agua de condensado

Central	NMP/100 ml			
	4/03/2016	17/04/2016	28/01/2017	14/2/2017
1	<3	<3	<3	<3
	4/03/2016	17/04/2016	28/01/2017	13/2/2017
2	<3	<3	<3	4

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla II, cuatro muestras de agua presentaron coliformes totales por encima de los límites máximos admisibles en la NC-ISO 7218:2013, más de 1100 coliformes/100mL de agua. Este grupo de especies bacterianas pertenecen a la familia *Enterobacteriacea* y se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos). A diferencias de los coliformes fecales no están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud (1). Sin embargo, la alta concentración microbiana obtenida en el agua de condensado de ambos centrales actúa como una alerta de que ocurrió contaminación en el tanque de condensado. Esta contaminación puede estar relacionada con la entrada al tanque de partículas del suelo que son arrastradas por el viento o por malas condiciones higiénicas en el área donde están ubicadas las centrifugas (6). Estos resultados demuestran la necesidad de realizar controles microbiológicos a estas aguas, las cuales son importantes en el proceso de producción del azúcar.

Tabla II. NMP de coliformes totales por cada 100 mL de agua de condensado

Central	NMP/100 ml			
	4/03/2016	16/04/2016	28/01/2017	14/2/2017
1	>1100	<3	>1100	<3
	4/03/2016	17/04/2016	28/01/2017	13/2/2017
2	<3	<3	>1100	>1100

La determinación de microorganismos coliformes totales y fecales por el método del NMP se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de gas, que no es más que la formación de vacío o burbuja en la campana de Durham (Figura 2). En la prueba presuntiva se utiliza un medio de cultivo selectivo que permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en el agua y que sean capaces de utilizar la lactosa como fuente de carbono. En esta fase los tubos que se observe crecimiento y producción de gas son positivos y pasaran a la prueba confirmativa, donde se utiliza un medio de cultivo diferencial que contiene agentes selectivos e inhibidores (sales biliares) que eliminan el desarrollo de microorganismos no coliformes (8). Los resultados del estudio mostraron que en la prueba presuntiva, la gran mayoría de las muestras de agua presentaron abundante crecimiento y formación de gas en la campana de Durham (datos no mostrados), indicando la presencia en estas aguas de una alta concentración de microorganismos a diferencia de los resultados obtenidos en la prueba confirmatoria. La alta carga microbiana encontrada en las aguas de condensado de los centrales azucareros coinciden con lo reportado por Duarte y colaboradores en 1974 cuando realizan un estudio microbiológico a este tipo de aguas en el central G. A. Mañalich en la zafra de 1971, 72 y 73, encontrando en todos los años una concentración bacteriana de 10^7 bacterias/mL de agua (9). Según los autores del trabajo esta concentración bacteriana puede incidir en la calidad microbiológica del azúcar, por ello, es necesario realizar la vigilancia microbiológica de estas aguas durante la zafra, verificando que sea lo más limpia y transparente posible, que no se contamine y que su temperatura este próxima a los 90 °C. Cumplir estas medidas y mantener buenas condiciones higiénicas, en especial en el área donde estén ubicadas las centrifugas evita trabajar con aguas que no reúnan la calidad microbiológica del agua potable.

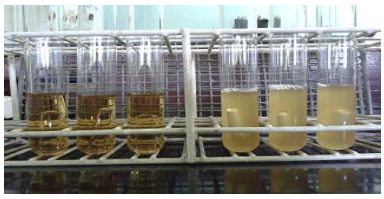
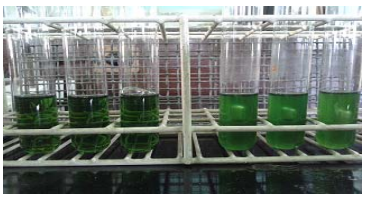

A

B

Fig. 2 A. Prueba presuntiva. Tubos conteniendo Caldo triptosa lauril sulfato, izquierda: tres tubos negativos, derecha: tres tubos positivos, mostrando gas en la campana de Durham. **B. Prueba confirmativa**. Tubos conteniendo caldo lactosa bilis verde brillante, izquierda tres tubos negativos, derecha tres tubos mostrando gas en la campana de Durham lo que se interpreta como resultado positivo.

CONCLUSIONES

1. La presencia de coliformes fecales en el agua de condensado del mes de febrero del central 2 no cumple con los requisitos sanitarios del agua potable.
2. Se detectaron coliformes totales en las aguas de condensado de ambos centrales por encima de los límites máximos admisibles reportados en la norma NC-ISO 7218:2013.

RECOMENDACIONES

1. Incluir en la actual norma cubana del azúcar crudo (NC 85:2013) los análisis para la detección y enumeración de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* sobre la base del conocimiento de los limites microbiológicos permisibles según los estándares internacionales.
2. Realizar este estudio a las aguas de proceso de todos los centrales del pais.

REFERENCIAS

1. Robert, M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 45, No.1, pp, 32-43, 2014.
2. Norma Cubana-ISO 4831: 2010. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable.
3. Norma Cubana ISO 7218:2013. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Requisitos generales y guía para los exámenes microbiológicos.
4. Norma Cubana 968:2013. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes termotolerantes. Técnica del número más probable.
5. Rodríguez, L. E., Batista R. Eliminación del consumo de agua cruda en el proceso de fabricación de azúcar crudo de caña. Ciencias Holguín, Revista trimestral, Año XV, julio-septiembre, 2009
6. Manual para el Laboratorio Microbiológico de Azúcar Crudo. Ministerio de la Industria Azucarera. Dirección de Normalización Metrología y Control de la Calidad. 1981.
7. WHO. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Ed. Vol 1, 2011.
8. Camacho, A., M. Giles, A. Ortegón, M. Palao, B. Serrano y O. Velázquez. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. 2009.
9. Duarte, E., Valdés, I., Paz, L y M. Negrete. Estudio sobre la microflora de la producción de azúcar crudo. Revista ICIDCA Vol. 8, No. 1, pp, 37-50, 1974.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL PRODUCIDA POR LAS CALDERAS DE BAGAZO; DETERMINACIÓN EMPÍRICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS EMITIDAS

ENVIRONMENTAL CONTAMINATION PRODUCED BY BAGASSE BOILERS; EMPIRIC DETERMINATION OF SOLID PARTICLES EMITTED

José Alberto Pérez Hernández, Yaima Izquierdo González.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
jose.alberto@icidca.azcuba.cu, yaima.izquierdo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El empeoramiento de las condiciones ambientales y la alta contaminación de la atmósfera provocada por las emisiones de los sistemas de combustión, ha conllevado a nivel mundial a que los nuevos proyectos inversionistas en el área de generación de vapor cumplimenten rigurosas medidas y controles relacionados con las emisiones de chimenea.
El país se propone incrementar su matriz energética hasta el 2025 en un 14% aproximadamente sustentada sobre fuentes de energía renovables, dentro de la cuales, la biomasa procedente del sector azucarero ocupa un papel preponderante.
Se brindan informaciones de referencia para la comprensión de las emisiones producidas durante el proceso de combustión y sus nocivos efectos ambientales. Se presentan además, algunos proyectos a manera de referencias aplicados en el mundo que aportan informaciones sobre el ciclo de vida y el análisis del impacto socioeconómico del proceso de conversión de la caña de azúcar en productos finales.
Palabras claves: combustión de sólidos, ciclo de vida, combustión del bagazo, emisiones de partículas.

ABSTRACT

The deteriorating of environmental conditions and the high air pollution caused by emissions from combustion systems has led the world to see new investment projects in the area of steam generation comply with rigorous measures and controls related to emissions Of chimney.
The country intends to increase its energy matrix until 2025 by an approximate 14% based on renewable energy sources, in which the biomass from the sugar sector plays a predominant role.
Reference information is provided for the understanding of the emissions produced during the combustion process and its harmful environmental effects. It also presents some projects as some references applied in the world that provide information on the life cycle and the analysis of the socioeconomic impact of the conversion process of sugarcane into final products.
Key words: Combustion of solids, life cycle, bagasse combustion, particulate emissions.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad cuyos efectos ya son apreciables en el mundo, considerándose por muchos especialistas que casi es irreversible. La temperatura del planeta se incrementa paulatinamente y los casquetes polares en consecuencia se derriten elevando los niveles de los mares condición en extremo peligrosa para las zonas costeras y países bajos, además de que la contaminación ambiental ya alcanza valores que resultan perjudiciales para los seres humanos.

Ante esta alarmante situación global, el país ha determinado desarrollar su matriz energética modificando a través de la biomasa cañera empleada a manera de combustible. Para ello planifica la construcción de 25 bio - eléctricas diseminadas por todo el país; que contribuyen además a cumplimentar la estrategia de poseer una generación distribuida. Todas las plantas se conciben conteniendo sistemas de purificación y limpieza de los gases con el objetivo de reducir las emisiones dentro de las normas establecidas, considerando valores de concentración máximas de partículas en el orden de los 150 mg/m^3 N, impuesta en el proyecto para cualquiera sea la entidad inversionista. Las condiciones geográficas de Cuba de país largo y estrecho, conduce a elevadas las pérdidas de energía por transmisión, de aquí, la política de distribución de las bio-eléctricas permitiría disminuir las mismas dentro de niveles razonables.

Resulta imprescindible destacar que la combustión de biomasa para la generación de calor y/o electricidad, no constituye en absoluto un carácter de "energía limpia"; ya que este proceso realizado a partir de sólidos (bagazo, bagacillo o residuos cañeros) es muy compleja y despide por las chimeneas partículas sólidas no combustionadas hacia la atmósfera, emisiones que pudieran ser minimizadas complementando los generadores con sistemas de limpieza eficiente.

Otro aspecto evaluado en el estudio y que se brinda como uno de sus resultados más notables, radica en el concepto de balance de energía entregada vs consumida, valorado a partir del ciclo de vida del cultivo de la caña y su posterior trasformación en azúcar, alcohol y electricidad, como expresiones del impacto socioeconómico del programa (1). En el mismo se evalúa en adición a los impactos asociados a la cadena de transformación, las oportunidades para reducir los mismos a lo largo del ciclo, una vez detectados los impactos generados en cada etapa de la cadena productiva (obtención de materias primas, transformación, distribución y fin del ciclo de vida).

DESARROLLO

Los resultados visiblemente producidos por la contaminación ambiental que son inducidos por las emisiones de gases se expresan típicamente mediante los siguientes fenómenos:

1. Alteraciones de las capacidades respiratorias en humanos y animales, que estimula además el incremento de enfermedades respiratorias e infecciosas.
2. Reducción de la visibilidad.
3. Alteración de las propiedades de los suelos cultivables.
4. Contribución a la formación de smog.
5. Altos niveles de ensuciamiento de pueblos y ciudades.

Otro de los problemas a resaltar está relacionado con las reservas mundiales de agua potable; los casquetes polares, en estos la deposición de las contaminaciones se manifiesta en el incremento de la absorción de la energía solar y con ello la licuefacción del hielo, grave circunstancia que en consecuencia ocasionará la desaparición de zonas costeras y países bajos.

Los requisitos generales de las propuestas se consideran en la etapa de proyecto, asignándole a las medidas a tomar un valor de inversión que depende en gran medida de la selección del método y del equipamiento relacionado con la misma, en todos los casos provocando un incremento en el costo de inversión, en este caso evaluado como indica la tabla 1 relacionado con los generadores de las bioeléctricas cuando trabajan con el bagazo de la caña de azúcar.

Tabla 1 - Límites máximos de emisión permisibles.

Capacidad térmica (GJ/h)	**Partículas (mg/m^3)**	**Monóxido de carbono. (ppm_V)**	**Bióxido de azufre. (ppm_V)**	**Óxidos de nitrógeno. (ppm_V)**
10-100	150	500	200	300
>100-200	100			200
>200	50			150

Nota: Los valores sombreados coinciden con las normativas exigidas para las bioeléctricas que se encuentran en construcción.

Para corroborar el cumplimiento de estas normativas resulta necesario contabilizar en ppm_v las emisiones de: CO, CO_2, SO_2, NO_X y partículas de carbono, entre otras pertinentes, a partir del muestreo puntual o continuo de las corrientes de emisión, según establecen las normas correspondientes (2).
Los factores que influyen en las calderas según (3) en los altos niveles de partículas sólidas emitidas a la atmósfera dependen de:

1. Tipo de combustión del bagazo (en cama o en suspensión) y la forma de la limpieza de la parrilla.
2. Los cambios buscos de régimen de operación (uno de los factores más influentes en los arrastres de sólidos). Estas operaciones generalmente se realizan de forma manual y no existe una secuencia que ante una disminución de la presión exista una respuesta de inmediato moderada. Al realizarse de forma manual no es posible de controlarse.
3. Limpieza de los hornos, fundamentalmente los que queman en pila, realizan a costa de un alto régimen de operación de los ventiladores, provocando un elevado arrastre de cenizas diseminadas por los gases de escape. Prolongar los periodos de limpieza de las unidades condice al incremento de los niveles de cenizas y por ende de los arrastres.
4. La excesiva preparación mecánica del bagazo en el área de molinos; provoca elevada variabilidad en la composición granulométrica de las partículas.

Una respuesta de lo anteriormente enunciado se corresponde con el deterioro de partes y componentes de las calderas, entre ellos; conductos, calentadores de aire, economizadores y el álabe del ventilador de tiro inducido, entre otros, costosos por demás, cuya durabilidad depende del nivel de partículas contenidas en la corriente. En ello estriba la importancia de reducir al máximo las emisiones de sólidos al ambiente. En la práctica una caldera de tiro inducido empleada en la quema de bagazo se reduce su vida útil a casi un 50% al compararse con una similar que emplee gas o fuel oíl.

En opinión de (4) entre las primeras medidas encaminadas a reducir los niveles de contaminantes en la operación de las calderas (operativamente las que menor costo de inversión poseen) se encuentran:

1. Trabajar la caldera con las menores fluctuaciones de capacidad evitando con ello disminuir los arrastres.
2. Realizar la limpieza de las cenizas en el momento planificado
3. La preparación de la caña debe ser la reglamentada a fin de reducir los niveles de finos.
4. En los hornos que requieran de limpieza manual, la extracción de cenizas no debe realizarse a grandes cargas.

A nivel mundial se aplican tecnologías y equipos encaminados a reducir los niveles de emisiones de contaminantes sólidos, entre los cuales; las cámaras de sedimentación, los separadores ciclónicos, los separadores húmedos, los filtros electrostáticos y de mangas, constituyen algunos de los más utilizados.

Existe una forma práctica para determinar las emisiones de partículas en el proceso de combustión, que puede servir de guía para el cálculo aproximado cuando no se cuente con el equipamiento necesario para

estos fines. A estos efectos se puede realizar un balance de masa en el cual se evalúan la cantidad de bagazo y su composición de cenizas con la ceniza extraída del cenicero de la caldera; la diferencia entre estos valores se corresponde con los sólidos emitidos, valores que deben reflejar la realidad del sistema según se expresó en la tabla1.

CONCLUSIONES

1. Las nuevas inversiones se obligan a cumplimentar las normas y especificaciones establecidas en cuanto a las emisiones para cumplimentar las exigencias nacionales e internacionales sobre el medio ambiente.
2. Se propone establecer un centro de monitoreo para el control de las emisiones de calderas y establecer las medidas correctivas correspondientes.

3. Confeccionar manuales y hacer cumplir las ordenanzas del mismo para garantizar la correcta operación de las calderas, que permita la reducción al máximo de las emisiones de partículas sólidas al medio ambiente.

4. La implementación de tecnologías para reducir las emisiones conlleva a realizar múltiples inversiones en tecnologías y equipos que encarecen el costo de la generación de vapor y electricidad que generalmente son evitables con la observancia de los procedimientos operacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Herrera Israel, De la Rúa Cristina, Lechón Yolanda, 2015. Análisis de ciclo de vida del proceso de transformación de la caña de azúcar para la producción de bioetanol en la planta de Bella Unión de la empresa alcoholes del Uruguay (ALUR), Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos, Departamento de Energía CIEMAT.
2. Cuauhtemoc Ochoa Fernández, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016.
3. Royo, Javier. Procesos termoquímicos y calderas, Universidad de Saragoza, abril 2016.
4. Batule, Eduardo, Operación, generación, co-generación y uso del vapor en la industria del azúcar de caña, Tecnólogo Azucarero.

INVENTARIO DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO PROCEDENTES DE CENTRALES AZUCAREROS DE LAS PROVINCIAS MAYABEQUE Y CIENFUEGOS

INVENTORY OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM SUGAR CENTER OF MAYABEQUE AND CIENFUEGOS PROVINCES

Autor (es): Reinosa, M[1], Hernández, A[2], Ordoñez, YC[1], Canciano, J[1], Hernández, F[3]

[1]Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas, mirtha@inor.ciiq.minem.cu
[2]Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", anel@quimica.cujae.edu.cu[3]
[3]Grupo Empresarial Azucarero, Azcuba, francisco.bilbao@azcuba.cu

RESUMEN

En Cuba se desarrollan acciones de mitigación como la introducción de las plantas bioeléctricas a la matriz energética nacional, las cuales emplean bagazo y a pesar que se reducen las emisiones de gases contaminantes en comparación con los combustibles fósiles, existe sin duda, un impacto de estas fuentes sobre la calidad del aire. El presente trabajo está orientado a realizar el inventario de emisiones de CO_2 procedentes de centrales azucareros en las provincias Mayabeque y Cienfuegos determinándose el Potencial de Calentamiento Atmosférico. El inventario de las emisiones de CO_2 arrojó como resultado que las mayores cantidades de este gas a la atmósfera están referidas a los centrales cienfuegueros asociado al consumo de bagazo. Se determinaron además los CO_2 eq. emitidos por estos centrales para un período de 100 años, pudiéndose emplear estos resultados en la evaluación de impactos de estas emisiones desde el punto de vista sectorial o nacional.
PALABRAS CLAVE gases de efecto invernadero, inventario, CO_2, centrales azucareros, generadores de vapor, CO_2 eq

ABSTRACT

In Cuba mitigation actions are developed such as the introduction of bioelectric plants to the national energy matrix, which use bagasse and although emissions of polluting gases are reduced compared to fossil fuels, there is no doubt that these sources have an impact on air quality. This work is oriented to the inventory of CO_2 emissions from sugar mills in the Mayabeque and Cienfuegos provinces, determining the Atmospheric Warming Potential. The inventory of CO_2 emissions showed that the largest quantities of this gas into the atmosphere are referred to the Cienfuegos plants associated with the consumption of bagasse. Also was determined CO_2 eq. issued by these plants for a period of 100 years, and these results can be used in the evaluation of the impacts of these emissions from the sectoral or national point of view.
KEY WORDS: Greenhouse gases, inventory, CO_2, sugar center, steam generators, CO_2 eq

INTRODUCCIÓN

Entre los principales gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre se encuentra el dióxido de carbono (CO_2) proveniente principalmente de fuentes naturales y antrópicas, destacándose los procesos industriales y el transporte automotor. Los aportes más significativos en este sentido vienen dados por los países desarrollados [GTCC, 2012].

Aunque la contribución de Cuba a las emisiones globales de GEI es mínima, en el país se desarrollan sistemáticamente acciones de mitigación asociadas al ahorro, el empleo de energías renovables, la eficiencia energética y la reforestación, entre otras.

En correspondencia con esto se han introducido en la matriz energética nacional las plantas bioeléctricas, las cuales emplean bagazo y otros residuos agrícolas en la producción de energía, y a pesar que se reducen las emisiones de gases contaminantes en comparación con los combustibles fósiles, existe sin duda, un impacto de estas fuentes sobre la calidad del aire [Hernández et al., 2016].

En la búsqueda por caracterizar y cuantificar las emisiones atmosféricas que se producen en una determinada zona de estudio o sector económico, los inventarios de emisiones resultan ser una herramienta útil, pues permiten identificar las fuentes de mayor aporte de contaminantes al aire, en los que se incluyen los GEI, información que puede ser utilizada para direccionar los esfuerzos en la reducción de la contaminación trazados a través de objetivos y metas.

En tal sentido se presenta el sector agrario como la segunda fuente de importancia en Cuba en términos de emisiones brutas agregadas de GEI [Álvarez y Vargas, 2014]. El presente trabajo está orientado a realizar el inventario de GEI (CO_2) procedentes de centrales azucareros de las provincias Mayabeque, y Cienfuegos, determinándose el Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) en base a las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) del año 2006, lo cual permitirá conocer la contribución de este segmento del sector azucarero al calentamiento global.

.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron como fuentes puntuales objeto de estudio los generadores de vapor de centrales azucareros de las provincias de Mayabeque y Cienfuegos (Fig 1).

Fig. 1. Centrales azucareros ubicados en las provincias de Mayabeque y Cienfuegos. Fuente: http://www.azcuba.cu.

Las emisiones de CO_2 se calcularon a partir de la ecuación (1) recomendada por la Agencia de Protección de Medio Ambiente de Estados Unidos (siglas en inglés USA EPA) EPA (1998), empleándose para ello, el factor de emisión publicado por esta agencia, en la serie AP 42 para la quema de bagazo [EPA, 1993].

$$E = A \cdot f \cdot \left[1 - \frac{\varepsilon}{100}\right] \qquad (1)$$

Donde:
E emisión (g/s),
A consumo de bagazo (kg/s),
f factor de emisión no controlada (g/kg), y
ϵ eficiencia de reducción de emisiones (%), cuando se utiliza tecnología de reducción. Como no existe tecnología de reducción de emisiones, entonces ϵ=0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 representan los resultados del inventario de CO_2 emitidas por los centrales objeto de estudio. Las mayores cantidades de CO_2 emitidas anualmente están referidas a los centrales cienfuegueros, por ser estos los de mayor consumo de bagazo. Se conoce que existe una relación directa entre el gasto de combustible y la emisión de gases a la atmósfera. Sin embargo, Trujillo [2011] refiere que las plantaciones cañeras dentro del propio proceso de fotosíntesis absorben la misma cantidad de CO_2 que se emite en los generadores de vapor u hornos manteniéndose un equilibrio favorable desde el punto de vista de la

contaminación atmosférica, en especial en la contribución al calentamiento global producido por el efecto invernadero.

Esto teniendo en cuenta que la combustión se efectúe de forma completa, lo que en la práctica es difícil de lograr, ya que factores como el estado técnico de los generadores de vapor, y el contenido de humedad de bagazo incrementan la emisión de monóxido de carbono (CO) que en combinación con el oxígeno atmosférico genera el CO_2.

Se recomienda estimar los inventarios de emisiones de otros centrales e incluir diferentes fuentes de emisión que existen de CO_2 en la producción de azúcar relacionadas con el empleo de combustibles fósiles en labores agrícolas y transporte, añadiéndose además, otros GEI como los que se engloban dentro de los NO_x. Los inventarios podrían mejorarse al utilizar factores de emisión determinados con mediciones en las condiciones de Cuba.

En las tablas se registran además los CO_2 equivalente (CO_2 eq.), denominado como el producto de la concentración de gas emitido por el PCA, que corresponde a la concentración de CO_2 que causaría el mismo efecto que el gas evaluado, en el horizonte temporal de referencia. En este caso se utiliza 100 años (GTCC, 2012; IPCC, 2006). Las concentraciones de los gases expresadas como CO_2 eq. son calculadas a través de la ecuación (2):

$$CO_2 \text{ eq. (Kton/año)} = \text{Emisiones Netas Gas (Kton /año)} * \text{PCA en 100 años} \quad (2)$$

El PCA del CO_2 se corresponde con una masa de este gas emitido a la atmósfera. En este trabajo no se consideraron el efecto de los gases CH_4 y N_2O.

Tabla 1. Inventario de CO_2 para la provincia Mayabeque.

Centrales azucareros	***CO_2(ton/año)***	***CO_2 eq (Kton/año)***
Cdte. Manuel Fajardo	57 040	57 040
Héctor Molina Riaño	213 927	213 927
Boris L. Santa Coloma	92 698	92 698
Total	363 665	363 665

Tabla 2. Inventario de CO_2 para la provincia Cienfuegos.

Centrales azucareros	***CO_2(ton/año)***	***CO_2 eq (Kton/año)***
Ciudad Caracas	89256,96	89256,96
Antonio Sánchez	118909,44	118909,44
Catorce de Julio	80271,36	80271,36
Elpidio Gómez	93150,72	93150,72
5 de Septiembre	141972,48	141972,48
Total	523560,96	523560,96

CONCLUSIONES

Se realizó el inventario de GEI en términos de CO_2 en centrales ubicados en las provincias de Mayabeque y Cienfuegos .Las mayores expulsiones de este gas a la atmósfera están referidas a los centrales cienfuegueros por ser estos los de mayor consumo de bagazo.

Se determinaron los CO_2 eq. emitidos por los generadores de vapor objeto de estudio para un tiempo de referencia de 100 años. Estos resultados pueden emplearse en la comparación de los impactos de estas emisiones con otras industrias dentro del propio sector azucarero, o del país en general, y convertirse en un instrumento clave en la toma de decisiones.

REFERENCIAS

1) Grupo de Trabajo en Cambio Climático [GTCC] (2012). *Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero*. Montevideo, Uruguay.
2) Hernández, A. Reinosa, M. Ordoñez, Y, C. Hernández, F (2016). «Contaminantes atmosféricos procedentes de centrales azucareros». Revista Científica de las Fuentes Renovables de Energía, Eco Solar No. 56, RNPS: 2220, ISSN: 1028-6004. Abril-Junio, 2016. Disponible por: http://www.cubasolar.cu/Biblioteca/ecosolar/revista56.htm
3) Álvarez, A.F y D. Vargas (2014). *Las emisiones de gases de efecto invernadero y su mitigación por el sector agrario cubano.* Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ediciones INCA. ISBN: 978-959-7023-71-5
4) Azcuba Grupo Azucarero (s/a). Disponible por: http://www.azcuba.cu
5) Environmental Protection Agency [EPA] (1993). Emission factor documentation for AP-42 section 1.8 Bagasse combustion in sugar mills.
6) Trujillo, M. (2011). «Impacto ambiental de la actividad azucarera y estrategias de mitigación». Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Orizaba, Veracruz. México.
7) IPCC (2006). Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

TRATAMIENTO MAGNÉTICO DE FLUIDOS; UNA TECNOLOGÍA SUSTENTABLE
MAGNETIC TREATMENT OF FLUIDS; A SUSTAINABLE TECHNOLOGY

Autor (es): Aguilar A.*, Peña E. Hernández T., Martínez J.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba
Email: antonio.aguilar@icidcamy.azcuba.cu

RESUMEN

El tratamiento Magnético de fluidos es una tecnología sustentable que no requiere de inversiones costosas, incrementa el valor agregado en fluidos, con beneficios apreciables en procesos agrícolas e industriales. El agua es una sustancia de naturaleza polar, al pasar por un campo magnético produce una ordenación en sus moléculas con cambios estructurales que varían algunas propiedades, como el incremento de solubilidad de algunas sales, principalmente la de carbonato cálcico, causante principal de incrustaciones. El presente trabajo ilustra el diseño y construcción de dispositivos magnéticos de acción volumétrica y superficial, con valores de efectividad aceptables para minimizar las incrustaciones, según el método Cristalo-óptico. El dispositivo del tipo volumétrico muestra mejores resultados con indicadores de efectividad de 2,3 y 2,5 con relación al área y al perímetro de las partículas, respectivamente; Su aplicación en cultivos de Coliflor y Col muestra buenos resultados cualitativos, como se muestra en las fotos.
PALABRAS CLAVE: tratamiento magnético, diseño, dispositivo, incrustaciones, magnetismo.

ABSTRACT

The Magnetic treatment of fluids is a sustainable technology that doesn't require of expensive investments, it increases the value added in fluids, with appreciable benefits in agricultural and industrial processes. The water is a substance of polar nature, when going by a magnetic field it produces an ordination in its molecules with structural changes that vary some properties, as the increment of solubility of some salts, mainly that of main calcic, causing carbonate of inlays. The present work illustrates the design and construction of magnetic devices of action volumétrica and superficial, with acceptable values of effectiveness to minimize the inlays, according to the Cristalo-optic method. The device of the type volumétrico shows better results with indicators of effectiveness of 2,3 and 2,5 with relationship to the area and the perimeter of the particles, respectively; Their application in cultivations of Cauliflower and Cabbage shows good qualitative results, like it is shown in the pictures.
WORDS KEY: magnetic treatment, I design, device, inlays, magnetism.

INTRODUCCIÓN

El magnetismo es una tecnología milenaria que alcanza un alto nivel de desarrollo en países como Estados Unidos, Israel, Alemania y Rusia, entre otros. Actualmente se aplica en todas las ramas de la economía. Es una tecnología ecológica orientada a incrementar la eficiencia en los equipos e instalaciones; de gran utilidad ante los graves problemas de la crisis mundial actual, con deterioro del medio ambiente, escases de energía y de materias primas y creciente demanda de recursos para el desarrollo. Es una tecnología sustentable que no requiere de inversiones costosas, incrementa el valor agregado en los fluidos, disminuye el uso de insumos, agua y energía en procesos, con altos valores de eficiencia en las actividades agrícolas e industriales; entre otros beneficios (1, 2). En los últimos años entre los métodos antincrustantes no relacionados con la utilización de reactivos químicos y que han tenido gran aceptación, está el tratamiento magnético. Los métodos químicos tienen un alto costo de operación para las plantas energéticas, constituyen también fuentes de contaminación ambiental con relación a los métodos físicos. Los trabajos principales de aplicación de los métodos físicos de tratamiento de agua, fundamentados en métodos hidroenergéticos se comenzaron a

realizar alrededor del año 1960 en la extinta URSS. En los últimos años se han realizado muchas investigaciones sobre estos métodos, con experimentos en el campo de la teoría y la práctica de los campos magnéticos.(3, 4). En el presente trabajo se dan elementos básicos de diseño y construcción de dispositivos para la magnetización de fluidos; mediante el desarrollo de equipos de acción volumétrica y superficial que permiten incrementar las experiencias y habilidades de aplicación de esta tecnología e incrementar el desarrollo sustentable al combinarse con otras aplicaciones (efecto sinérgico).

MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación de relaciones hidrodinámicas de flujo de fluidos para el diseño de equipos y el uso del Método Cristalo-óptico, para determinar la efectividad del tratamiento; basado en la determinación y comparación de las dimensiones de los cristales, precipitados en placas porta-objetos por cocción de muestras del fluido con y sin tratamiento magnético (STM1 y CTM2). Finalmente se obtiene la relación de efectividad: E= D1/D2. Si E está entre 1,3 y 2,0 el tratamiento magnético (TM) es efectivo para minimizar las incrustaciones. Mientras que si E es mayor de 3.0 se considera muy efectivo para prevenir las incrustaciones.
Para la implementación del Método Cristalo-óptico se emplean los aparatos y cristalería de laboratorio indicados: beakers de 500 y 250 ml de vidrio, portaobjetos de laboratorio (75 x 25 x 0,8 mm), erlernmeyer de 500 ml, hornilla eléctrica, papel de filtro y un Sistema computarizado con microscopio y luz transmitida o reflejada con aumentos de 10-40x, resolución de 400 - 800 y escala micrométrica para medir tamaño de cristales. (5).
Análisis estadísticos de la información experimental mediante el Programa Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño y construcción. Los parámetros principales de la estructura del magnetizador se obtienen a partir del circuito magnético y de los requerimientos hidráulicos del fluido a tratar. Primero, de las características hidráulicas del sistema se relacionan el caudal, y la velocidad, con el área de paso del fluido Q=V*Ap, donde Ap= $\pi*d^2/4$; Ap= Aztm; en el Magnetizador. Entonces para una tubería de 3/4 pulg. (d = 0.01905 m), se obtiene el cuadro siguiente:

Tabla I. Características hidráulicas de los sistemas para el fluido a tratar.

Dispositivos	Dt	At	V	Q	Lztm	Tr
	(cm)	(cm^2)	(m/s)	(cm^3/s)	(cm)	(s)
DM-TV	1,9	2,85	2,39	681,2	15	0,06
DM-TS	1,9	2,85	1,83	522,9	15	0,08

Segundo, aplicando la ley de Ampere en la trayectoria que encierra el circuito magnético, conociendo el campo de inducción magnética (Bg) en la zona de tratamiento (2100 Gauss). Se obtiene el flujo magnético, Φ =Bg*Ag, en Gauss*m^2; donde Ag es la superficie cilíndrica de la tubería asociada a Lztm (A= $\pi*D*Lztm$). Similarmente se obtiene la inducción magnética en la superficie del imán, Bi= Φ/Ai, siendo Ai= $\pi*Di^2/4$ (Di=0.05 m).

Tabla II. Características del campo magnético en los dispositivos.

Dispositivo	Bg	Φ	Bi
	Gauss	Gaussm^2	Gauss
DM-TV	2100	18.80	9575
DM-TS	2100	18,80	9575

Evaluación de la aplicación del tratamiento magnético. Una vez construidos los dispositivos magnéticos con las características anteriores, se determina la efectividad de aplicación.

Para el análisis se obtuvieron 12 fotografías en toda el área efectiva de la placa Peter para cada una de las muestras, (CTM) y (STM). Los parámetros considerados en las mediciones de los cristales son el perímetro y el área en cada muestra. En la fig. 1 se ha ploteado el perímetro de los cristales contra las muestras promedios (fotos) analizadas; como se puede apreciar en las muestras sin tratamiento magnético (blanco) el trazado de la curva se mantiene en la parte superior de la fig., con perímetros mayores en todos los casos, con relación a las muestras tratadas con el uso de los dispositivos desarrollados, lo que al menos indica que la efectividad en ambos dispositivos es superior a la unidad en todo el recorrido de la curva, como una cualidad positiva del tratamiento, similarmente es el comportamiento con el área.

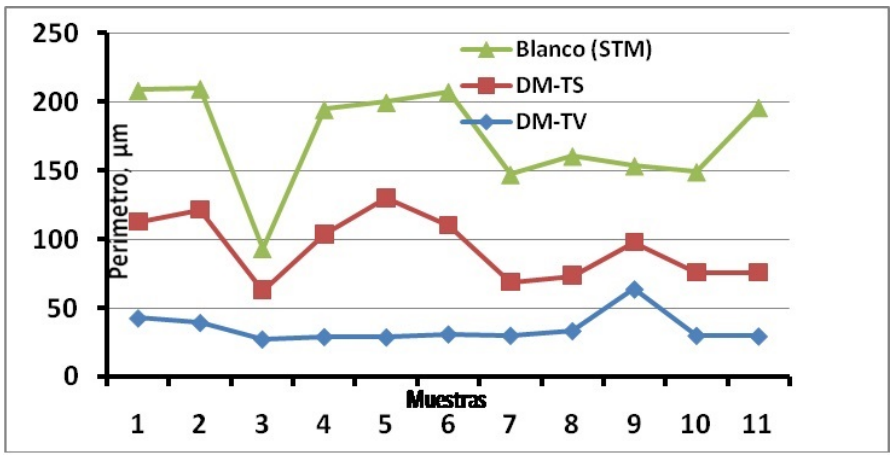


Fig. 1. Comportamiento del perímetro de cristales con y sin TM.

En la tabla III se muestran los parámetros estadísticos fundamentales, como el promedio de promedios (Ppromedio) de las dimensiones de los cristales en las muestras y la desviación, así como la efectividad del tratamiento magnético con los dispositivos desarrollados. Como se aprecia en la tabla, se ha considerado una población grande (No cristales); lo cual garantiza la calidad de los resultados con el método empleado. En la tabla, se observa que tanto el perímetro como el área de los cristales en las muestras sin tratamiento magnético es mayor que en las muestras con tratamiento magnético y en correspondencia el número de cristales es mucho menor, lo cual corrobora el análisis cualitativo anterior.

Tabla III. Parámetros estadísticos del tamaño de los cristales y efectividad del tratamiento magnético.

Parámetros Estadísticos	Blanco (STM)			Dispositivos magnéticos					
				DM-TS			DM-TV		
	Perím.	Área	No cristales	Perím.	Área	No cristales	Perím.	Área	No cristales
Ppromedios	73,2	171,2	546,9	36,7	88,8	2151,3	28,9	75,7	2888,8
Desvpromedio	20,7	44,2	152,5	12,3	31,6	446,1	12,0	37,9	979,7
Efectividad	El T.M es efectivo para minimizar las incrustaciones		⇦	**2,0**	**1,9**		**2,5**	**2,3**	

Al relacionar estos valores, según el método establecido se obtienen valores de efectividad como aparece en la tabla; se puede apreciar que los valores de efectividad calculados resultaron superiores al criterio adoptado, mayores de 1,3; lo que significa que el tratamiento magnético (TM) con los dispositivos desarrollados es efectivo para minimizar las incrustaciones. También es de señalar que el dispositivo con tratamiento volumétrico (DM-TV) tuvo mejores resultados, con efectividad de 2,3 y 2,5 con relación al

perímetro y el área, respectivamente por lo que además de minimizar las incrustaciones puede ser efectivo también para prevenir las incrustaciones.
Con relación al efecto del tratamiento magnético en los cultivos se realizaron aplicaciones con el dispositivo DM-TV en el Organopónico Antonio Maceo ubicado en Pablo Noriega Quivicán, cuyos resultados se muestran en la fig.2.

Fig.2. Aplicaciones de tratamiento magnético en cultivos, con el uso del dispositivo DM-TV.

Como se puede observar, en los cultivos con aplicación del tratamiento magnético (CTM), las plantas tuvieron mejor desarrollo que en los testigos (STM), lo que muestra la efectividad del tratamiento en los cultivos de Coliflor y Col, con el uso del dispositivo de acción volumétrica, desarrollado.

CONCLUSIONES

1. Los dispositivos magnetizadores desarrollados son efectivos para minimizar las incrustaciones e incrementar el desarrollo de las plantas en producciones agrícolas.
2. El dispositivo magnético desarrollado del tipo volumétrico muestra mejores resultados que el del tipo superficial, con mayor efectividad (2,3 y 2,5) con relación al perímetro y el área, respectivamente.
3. Construir e implementar el uso de los dispositivos magnetizadores desarrollados en instalaciones agrícolas e industriales para su evaluación en la práctica social a mediano y largo plazo
4. Promover el desarrollo, con el uso del tratamiento magnético y su efecto sinérgico al combinarse con otras aplicaciones en las actividades agrícolas e industriales.

REFERENCIAS

1. Gálvez V.C. Uso del desincrustante magnético (DM) para mejorar la calidad del agua en la industria. Ingeniería Industrial 2010, No 28. Págs. 139-154. Recibido: 15 de junio del 2010 / Aprobado: 19 de julio del Universidad de Lima Perú. ISSN 1025-9929.
2. Ribeaux K. G. Magnetismo por la eficiencia en la industria azucarera, Conferencia Internacional de Electromagnetismo Aplicado. CNEA; Memorias 15-18/2011.
3. Dunan C.R. Perspectivas de utilización del tratamiento magnético en las soluciones acuosas contra la formación de incrustaciones en intercambiadores de calor en las fábricas de azúcar, Parte I. ATAC 1986 Vol. 45, No 5 Págs14-20
4. De Lourdes de la C.A. M., Nápoles G. M. Tratamiento magnético de aguas de calderas. Rev. Tecnología Química 2011.Vol. XXXI, No. 2. Págs. 194-201. ISSN 0041-8420
5. Klassen, V.I. Magnetización de los sistemas acuosos. Editorial Química, Moscú, 1982, 296 páginas.

BASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN BODEGAS VIGÍA
BASES FOR THE IMPLEMENTATION OF RISK MANAGEMENT IN THE BODEGAS VIGÍA PRODUCTION AREA

Autor (es): Vega, M *, Blanco, I

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba
*e-mail: maricela.vega@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Las amenazas, incertidumbres y riesgos a los que se encuentran sometidas las actividades que realizan las empresas**,** son conocidas en la actualidad como “Gestión del Riesgo”. Este es un término utilizado para referirse a accidentes operacionales, enfermedades, incendios o catástrofes naturales, que pueden afectar a la consecución de los objetivos de cualquier organización.
El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), en estos momentos se encuentra transitando hacia la nueva versión de la ISO 9001:2015. Uno de los grandes cambios que se producen en esta versión, es la aparición clara del enfoque basado en el riesgo.
En este trabajo se sentarán las bases para la implementación de una gestión basada en riesgos en el área de producción de rones Premium Bodegas Vigía, del ICIDCA, como herramienta clave para mejorar continuamente el desempeño del proceso.
Para la obtención de información se realizó una revisión documental de los procedimientos existentes en el área, se consultó la norma NC-ISO 31000:2015 “Gestión del Riesgo. Principios y directrices”, así como la NC-ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad -Requisitos, entre otros documentos.
PALABRAS CLAVE: Gestión del riesgo, acciones preventivas y mejora continua.

ABSTRACT

The threats, uncertainties and risks to which the activities carried out by companies are subjected are now known as "Risk Management". This is a term used to refer to operational accidents, illnesses, fires or natural disasters, which can affect the achievement of the objectives of any organization.
The Cuban Institute for Research on Sugar Cane Derivatives (ICIDCA) is currently moving towards the new version of ISO 9001: 2015. One of the major changes in this version is the clear emergence of the risk-based approach.
This work will establish the basis for the implementation of a risk-based management in the area of production of rum Premium Bodegas Vigía, from ICIDCA, as a key tool to continuously improve the performance of the process. In order to obtain information, a documentary review of the existing procedures in the area was carried out, the NC-ISO 31000: 2015 standard "Risk Management. Principles and Guidelines" as well as the NC-ISO 9001: 2015 Quality Management Systems - Requirements, among other documents.
KEY WORDS: Risk management, preventive actions and continuous improvement.

INTRODUCCIÓN

Las amenazas, incertidumbres y riesgos a los que se encuentran sometidas las actividades que realizan las empresas**,** sin importar su diligencia o tamaño, son conocidas en la actualidad como “Gestión del Riesgo”. Este es un término utilizado para referirse a accidentes operacionales, enfermedades, incendios o catástrofes naturales, entre otros, que pueden afectar a la consecución de los objetivos de cualquier organización. (1)

La norma NC- ISO 31000:2015 tiene el objetivo de brindar un enfoque para mejorar la gestión de riesgos, de manera sistemática, así como una diversidad de posibilidades para que de forma integral exista una gestión que permita conseguir los objetivos que persigue la organización. El documento normativo establece todos los procesos y principios que se deben seguir para realizar gestión del riesgo, en la que recomienda a las empresas el desarrollo, la implantación y el mejoramiento continuo como un importante componente de los sistemas de gestión.

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), tiene la condición de entidad certificada por la NC-ISO 9001:2008 y NC-ISO 22000:2005 desde el año 2011, con alcance a la producción de rones Premium marca Vigía y en estos momentos se encuentra transitando hacia la nueva versión de la 9001 de 2015. Unos de los grandes cambios que se producen en esta versión, es la aparición clara del enfoque basado en el riesgo, incluyéndolo en los requisitos establecidos para el establecimiento, la implementación, el mantenimiento y la mejora continua. (2)

En este trabajo se describe la metodología para la implementación de una gestión basada en riesgos en el área de producción de rones Premium Bodegas Vigía, del ICIDCA, teniendo en cuenta las normas NC-ISO 31000:2015 y la NC-ISO 9001:2015, como herramienta clave para mejorar continuamente el desempeño del proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención de información se realizó una revisión documental de los procedimientos existentes en el área, se consultó la norma NC-ISO 31000:2015 “Gestión del Riesgo. Principios y directrices”, así como la NC-ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad -Requisitos, entre otros documentos. Se realizó una auditoría interna por parte de auditores del ICIDCA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la revisión documental realizada y los hallazgos detectados en la auditoría interna a Bodegas Vigía, se pudo evidenciar que existe un análisis de riesgo enfocado a la inocuidad del producto, donde se analizan, valoran y monitorean todos los posibles peligros (físicos, químicos y biológicos) asociados a las etapas del proceso de producción (3). En la ficha del proceso (4) se tienen identificados otros riesgos asociados al mismo que pueden incidir en su correcto desempeño y en la interacción con otros procesos, tal como el relacionado con el control de la calidad, las materias primas y el producto final que no se tenía identificado anteriormente.

Tabla I. Riesgos asociados al proceso de Producción de Ron Vigía.

Identificación Riesgos Asociados	**Evaluación de la significación**	**Acciones**
1. Poca respuesta de las áreas administrativas (logística, CONMA) a las solicitudes del área productiva	Alto	- Realizar en tiempo las solicitudes de compra según se establece en su procedimiento. - Enviar las órdenes de trabajo
2. Insuficiente comercialización de los productos	Alto	- Realizar promoción del producto Vigía. - Confección y entrega de los contratos y de las facturas del producto Vigía.
3. No realización de los ensayos establecidos para la liberación del producto final.	Alto	- Compra de patrones para realizar los análisis solicitados - Solicitar en tiempo todos los trámites con terceros para realizar los análisis de calcio y magnesio y proceder a liberar los lotes.
4. Desviación de los parámetros de calidad de los lotes producidos.	Alto	-Rellenar los toneles con bases frescas para lograr balancear los congéneres de las bases añejas.

Por esa razón, tomando como guía la NC-ISO 31000:2015, unido a las nuevas exigencias de la NC-ISO 9001: 2015 se trazará una estrategia para implementar la gestión de riesgos que permita identificar los riesgos asociados al proceso de producción, teniendo en cuenta que:

Riesgo: Efecto de la incertidumbre sobre un resultado esperado. El riesgo se define en términos de la combinación de las consecuencias de un evento y la probabilidad de ocurrencia relacionada. (2)

Existen distintos tipos de riesgos:

- Los riesgos conocidos que son aquellos que han sido identificados y analizados y es posible planificar las acciones a tomar al respecto.
- Los riesgos desconocidos no pueden gestionarse de forma proactiva y una respuesta prudente del equipo de trabajo puede ser asignar una contingencia general contra dichos riesgos.

Debe existir una relación entre la estructura de soporte y el proceso técnico de la gestión del riesgo, cuyas etapas se ordenan de la siguiente forma:

Etapa1. Establecer el contexto estratégico: Es la definición de parámetros básicos para la gestión del riesgo, así como el alcance y los criterios para el resto de procesos, algo que se debe hacer de manera ineludible desde el conocimiento de todos los aspectos que se engloban en la actividad llevada a cabo por el instituto.

Etapa2. Identificar los riesgos: Se identifica de forma sistémica los riesgos a los que se encuentra sometido el proceso, las causas de los mismos y los posibles efectos que tendría su materialización. Se encuentran recogidas las acciones que se relacionan con la clasificación del riesgo, dependiendo de su tipología.

Etapa 3. Analizar el riesgo: En esta etapa se establece la probabilidad de que suceda un riesgo y el impacto que generan sus consecuencias, mediante su calificación y su evaluación, con el fin de que se establezca, el nivel de riesgo y por lo tanto las acciones correctoras que se deben llevar a cabo. El éxito de este proceso depende en gran medida de la calidad de la información que se haya obtenido en la fase de identificación y el tipo de método que se haya escogido para realizar el análisis.

Etapa 4. Valoración de los riesgos: Se deberán confrontar los resultados obtenidos a raíz del análisis del riesgo, con las medidas de control que han sido identificadas, para establecer prioridades en el tratamiento de los riesgos y poder fijar las políticas de gestión que sean más adecuadas.

Después de identificar los riesgos, se realiza la valoración de los mismos según la tabla I donde se tiene en cuenta que un riesgo es “crítico” cuando reviste importancia debido a la combinación de las magnitudes que presentan los factores involucrados en su determinación (Probabilidad de Ocurrencia y Severidad de sus Consecuencias).

Riesgo = Probabilidad *Consecuencia (impacto)

Tabla I. Matriz de valoración de riesgo

MATRIZ CLASIFICACION DEL RIESGO

IMPACTO					
5	MEDIO	ALTO	ALTO	CRITICO	CRITICO
4	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	CRITICO
3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
1	NULO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	1	2	3	4	5
	PROBABILIDAD				

MATRIZ MEDICION DEL RIESGO

IMPACTO					
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	PROBABILIDAD				

La gestión del riesgo comprende las acciones preventivas, correctivas y mitigadoras correspondientes, que se deben utilizar para eliminar o controlar la amenaza o para disminuir los efectos negativos que se encuentran materializados.

Para continuar con el proceso se le da cumplimiento a las dos últimas etapas:

Etapa 5. Políticas de administración de riesgos: constituye la fase final. Una vez identificados, clasificados y valorados los riesgos, se establecen las políticas de gestión de riesgo, que se encuentran articuladas en cuatro ejes diferentes: transferencia del riesgos, retención del riesgo, reducción del riesgo o evitar dicho riesgo.

Etapa 6. Monitorización y revisión: teniendo en cuenta de que es muy difícil que los riesgos detectados dejen de suponer una amenaza para el área, es imprescindible establecer los indicadores de seguimiento sobre las medidas que se establecen para la gestión de riesgos.

Uno de los mayores beneficios de la gestión de riesgos es la mejora del proceso de toma de decisión y de la capacidad para alcanzar los objetivos. Se trata por tanto de una ventaja particularmente decisiva en el contexto actual, donde hay que demostrar la optimización de los recursos y una mejora continua de la calidad del producto. Entre los beneficios de la gestión de riesgos se pueden mencionar los siguientes:

- Una focalización creciente en las acciones que tienen que realizarse
- Clientes más satisfechos
- Una mejor gestión del cambio
- Menos quejas
- Una ventaja competitiva
- Una mejor calidad del producto
- La preservación de la reputación
- Obtener el resultado esperado en el primer intento

En el área de producción Bodegas Vigía se comenzarán a dar los primeros pasos para gestionar los riesgos asociados al proceso, teniendo en cuenta todas las etapas mencionadas anteriormente y vinculándolo al análisis de riesgo ya existente, enfocado a la inocuidad del producto.

CONCLUSIONES

Se logró establecer una metodología que describe una secuencia de etapas a seguir como guía para implementar la gestión de riesgos, siendo una herramienta que ayuda de manera sistemática a brindar diversidad de posibilidades, para que de forma integral se consigan los objetivos que persigue la organización. Es una ventaja decisiva en el contexto actual, donde hay que demostrar la optimización de los recursos y una mejora continua.

REFERENCIAS

1. NC- ISO 31000 (2015) “Gestión del riesgo. Principios y directrices.”
2. NC-ISO 9001(2015) “Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos”
3. NC-ISO 22000 (2005) “Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria”
4. FP-01”Ficha del proceso producción de ron Vigía”

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LA DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES TOTALES EN MIELES FINALES DE CAÑA POR EL MÉTODO EYNON- LANE, MODIFICADO POR EL ICIDCA

REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY STUDY OF THE DETERMINATION OF TOTAL REDUCING SUGARS IN MOLASSES BY THE EYNON-LANE METHOD, MODIFIED BY THE ICIDCA

Autor (es): Ibáñez, M *, Ortega, G, Carrera, E, Sánchez, N
* e-mail (mylai.ibanez@icidca.azcuba.cu)

RESUMEN

En la industria de los derivados de la caña de azúcar juegan un papel primordial los análisis químicos que se le realizan a las mieles finales de caña, que son destinadas a la producción de alcohol. Es por ello que es fundamental garantizar la calidad de estos análisis, sobre todo, si se tiene en cuenta cuan exigente es el mercado internacional que compra este producto. En el siguiente trabajo se realizó un estudio de repetibilidad y reproducibilidad de la técnica de azúcares reductores totales para validar este importante análisis. Los resultados se procesaron estadísticamente mediante el programa Statgraphics®, empleando análisis de varianza por ANOVA simple calculándose la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación para conocer la reproducibilidad del método analítico y el criterio que permite evaluar la reproducibilidad y repetibilidad de dicha técnica. Los resultados demostraron que no existen diferencias significativas entre los parámetros evaluados.
PALABRAS CLAVE: mieles finales, azucares reductores, validación, calidad

ABSTRACT

In the industry of the derivatives of the sugar cane play a primordial role the chemical analyzes that are made to the final molasses that are destined to the alcohol production. It is fundamental to guarantee the quality of these analyzes, especially if you take into account how demanding the international market that buys this product. In the following work, a repeatability and reproducibility study of the total reducing sugars technique was made to validate this important analysis. The results were statistically processed using the Statgraphics® program, using analysis of variance by simple ANOVA, mean, standard deviation and coefficient of variation to determine the reproducibility of the analytical method and the criterion for evaluating the reproducibility and repeatability of the technique. The results showed that there are no significant differences between the evaluated parameters.
KEY WORDS: molasses, reducing sugars, validation, quality

INTRODUCCIÓN

La validación de un método analítico es parte fundamental del sistema de calidad que debe tener un laboratorio. Esto garantiza la fiabilidad de los resultados analíticos de dicho laboratorio y a su vez demuestra que los procedimientos analíticos son aptos para el uso indicado (1) (2). Según la NC-ISO 9000: 2015 el concepto de validación es la confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista. La calidad de los resultados analíticos debe ser respaldada mediante la fiabilidad y reproducibilidad del método analítico utilizado. El Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ICIDCA) tiene entre sus misiones garantizar la calidad de los servicios a la industria azucarera y de los derivados (3). Dentro de la industria de los derivados juegan un papel primordial los análisis químicos que se le realizan a la materia prima, las mieles finales de caña, que son destinadas a la producción de alcohol. Es por ello que es vital garantizar la calidad de estos análisis sobre todo si se tiene en cuenta cuan exigente es el mercado internacional que se beneficia con la

compra del alcohol ya sea como bebida o para otros fines industriales. Por lo antes expuesto el siguiente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de repetibilidad y reproducibilidad, en la determinación de azúcares reductores totales por Eynon- Lane, modificado por el ICIDCA, en mieles de caña con vistas a su validación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo con una muestra de miel final de caña proveniente de la destilería "Jesús Rabí", a la cual se le determinaron los azúcares reductores totales (ART). La determinación de ART por el método Eynon- Lane se basa en la propiedad que tiene el cobre II en medio alcalino y acomplejado con el tartrato de sodio y potasio de oxidar los azúcares reductores, reduciéndose a cobre I (4). Este proceso requiere que la concentración de los reactivos, la temperatura, la velocidad y el tiempo de calentamiento así como el volumen final de la solución sean estrictamente controlados (5).

El estudio se dividió en 2 partes fundamentales:

1. Análisis de repetibilidad: Considerando las mismas condiciones de trabajo y los ensayos se ejecutaron por dos analistas y siempre en el mismo equipo y el mismo día de trabajo. Se realizaron 7 repeticiones cada una con tres réplicas de la determinación de ART, además se tuvieron en cuenta diferentes concentraciones de azúcar en miel (120g/l y 140g/l) como solución patrón.

2. Análisis de reproducibilidad: Considerando un analista (E), días, reactivos y concentraciones diferentes.

Los valores de las determinaciones realizadas por los analistas se introdujeron primeramente en una hoja Excel y fueron trasferidos al programa Statgraphics Centurion XV. Se procesaron empleando análisis de varianza por ANOVA simple calculándose la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación para conocer la reproducibilidad del método analítico y el criterio que permite evaluar la repetibilidad de cada técnica analítica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Análisis de repetibilidad

En las tabla I y II se muestran los resultados de los análisis de ART determinados por los analistas E y N, el mismo día de trabajo y a diferentes concentraciones de ART (120 g/l y140 g/l).

Tabla I. Resumen estadístico, analista E (120g/l)

Media	124,857
Desviación Estándar	1,06904
Coeficiente de Variación	0,856215%
Sesgo Estandarizado	0,404145
Curtosis Estandarizada	-1,51217

Tabla II. Resumen estadístico, analista N (140g/l)

Media	127,286
Desviación Estándar	0,755929
Coeficiente de Variación	0,593884%
Sesgo Estandarizado	-0,642991
Curtosis Estandarizada	-0,189022

En los resultados se observa que el valor del sesgo estandarizado y el de curtosis se encuentran dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal de -2 a +2.

Teniendo en cuenta los resultados para ambos analistas, el coeficiente de variación (CV) en cada caso es menor que 3 %, por lo que se cumple con el criterio de validación para métodos químicos donde se establece que CV $\leq$ 3 % según informes del Colegio Nacional de Químicos, Farmacéuticos y Biólogos de México (6) (7). Este resultado indica que este análisis puede ser realizado por diferentes analistas y a diferentes concentraciones. Esto indica que existe repetibilidad en el análisis y demuestra que si se ausenta un analista el otro puede realizar la técnica.

2. Análisis de reproducibilidad

Para analizar la reproducibilidad del ensayo de determinación de ART se realizó el análisis de varianza, (Suma de Cuadrados Tipo III), teniendo en cuenta el tipo de reactivo y diferentes analistas, cuyos resultados se muestran en la tabla III.

Tabla III. Análisis de varianza para la reproducibilidad

Fuente	Razón-F	Valor-P
Tipo de Reactivo	0,43	0,5168
Analistas	0,27	0,6042

Según los resultados, ningún valor-P es menor que 0,05 por lo que ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la determinación de la concentración de ART, con un 95.0 % de nivel de confianza. Esto es muy conveniente para la realización de este ensayo de determinación de ART en mieles, ya que puede ser llevado a cabo el análisis tanto por uno u otro analista. Además pueden ser utilizados los dos tipos de reactivos, sin que esto altere el valor de los resultados.

Para analizar la incidencia de diferentes días (A, B, E, F) en los que se realizó la determinación de la concentración de ART con una concentración de 120g/l de ART, se realizó el análisis ANOVA simple. Según los resultados, el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05 por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa para la concentración de ART para la media de los días de realización de los ensayos, para un nivel del 95,0 % de confianza.

Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se selecciona la Prueba de Múltiples Rangos, cuyos resultados se muestran en la Fig1. En este caso el ensayo realizado que corresponde al día E, mostró diferencias significativas con respecto al resto de los días.

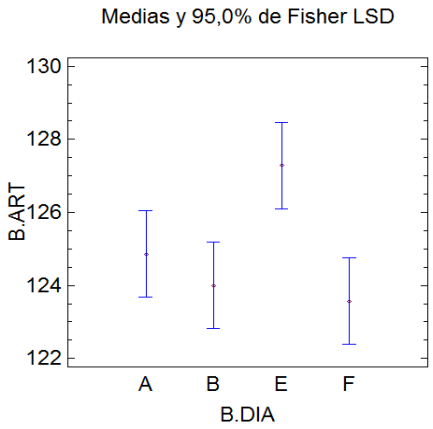


Fig1. Múltiples rangos, 120 g/l y días diferentes

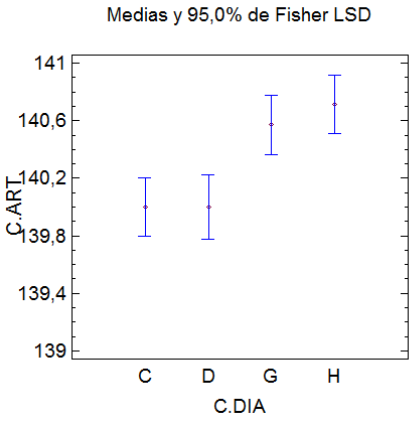


Fig. 2. Múltiples rangos ,140 g/l y días diferentes

El análisis anterior se hizo también en diferentes días (C, D, G, H) y teniendo en cuenta una concentración de ART de 140 g/l. Como se puede observar en la Fig. 2 existen diferencias significativas entre los días C, D y G, H. En general se puede señalar que este comportamiento detectado respecto a la realización de los ensayos en diferentes días pudiera estar influenciado a posibles cambios en las condiciones de temperatura y humedad en el laboratorio que influyeron en la determinación.

Estos ensayos fueron realizados entre los meses de verano, en los que pueden ser variables las condiciones ambientales como por ejemplo las lluvias y el calor.

CONCLUSIONES

1. No existen diferencias significativas respecto a la determinación de ART en diferentes concentraciones de mieles, analistas y reactivos.
2. Ambos analistas pueden llevar a cabo este método de ensayo indistintamente así como la utilización de reactivos de diferentes procedencias siempre y cuando estén en buen estado.
3. Se detectaron diferencias significativas respecto a los días de realización de los análisis.
4. Los coeficientes de variación calculados en cada caso tuvieron un valor menor que 3 % cumpliendo con los criterios de validación establecidos, considerando el método con reproducibilidad y repetibilidad.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio de exactitud del método de determinación de ART en muestras de mieles de caña

REFERENCIAS

1. Medina, Jessica. Validación de método analítico de valoración de naproxeno. Tesis. Lima, 2008.
2. Prior RL, Lazarus SA, Cao G, Muccutelli H, Hammerstone JF. Identification of Procyanidins and Anthocyanins in Blueberries and Cranberries (*Vaccinium* spp.) Using High-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry. J Agric Food Chem. 2001;49:1270–6
3. Ortega, G. Experiencias en la implementación de un nuevo alcance en el sistema integrado de gestión del ICIDCA. Congreso DIVER 2015, Cuba.
4. ICUMSA. Libro de métodos. Berlín, Alemania.2011.
5. M. Fusun, Kavas. Comparative study of copper reduction, chromatographic and enzymatic methods to determine reducing sugars in molasses .Sugar Industry / Zuckerindustrie 133 (2008) No. 3, 129–13.
6. Guía de validación del Colegio Nacional de Químicos, Farmacéuticos y Biólogos (QFB), México, 2004. https://es.scribd.com/doc/50104605/GUIA-DE-V
7. AOAC International. AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. AOAC International; Gaithersburg, MD: 2002. http://www.aoac.org/dietsupp6/Dietary-Supplement-web-site/slv_guidelines.pdf.

DIAGNÓSTICO DE SERVICIOS CIENTÍFICOS TÉCNICOS A LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA
DIAGNOSIS OF TECHNICAL SCIENTIFIC SERVICES TO SUGAR AGROINDUSTRY

Autores: González M.*, Ortega G.; Vega M.; García T., Hernández S.; Martínez Y.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
e-mail: marta.gonzalez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El tema de la gestión de la calidad en los servicios es de interés actual por lo que representa para la competitividad y la diferenciación del producto o servicio que se oferta. Es por ello que en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, se analiza y se reflexiona sobre la situación de los servicios científico-técnicos, las transferencias de tecnologías y la capacitación que brinda a la agroindustria azucarera, con vista a ampliar y mejorar la calidad de los servicios, con mayor eficacia y eficiencia mediante la implementación del sistema de gestión de la calidad de acuerdo a la NC- ISO 9001 vigente.
Palabras clave: calidad**,** diagnóstico, servicios científico técnicos

ABSTRACT

The issue of quality management in services is of current interest for what it represents for the competitiveness and differentiation of the product or service that is offered. That is why the Cuban Institute of Sugar Cane Derivatives Research, ICIDCA, analyzes and reflects on the situation of scientific and technical services, the transfer of technology and the training provided to the sugar industry, With a view to expanding and improving the quality of services, with greater efficiency and efficiency through the implementation of the quality management system according to the current NC-ISO 9001.
Key words: Quality, diagnosis, scientific and technical services

INTRODUCCIÓN

Un sistema de gestión de la calidad con un buen funcionamiento, constituye un factor esencial para el desempeño de una organización (1) lográndose con esto impactos de aporte económico, científico y social. Ya es una barrera comercial, no contar con sistemas de gestión certificados, ya no basta con “hacer creer” que la empresa trabaja bien, hay que mostrar evidencias. Las empresas que no cumplen con esto pierden opciones de comercializar sus productos o sus servicios, ya que hay otro competidor que si cumple. Es por lo tanto un imperativo de mercado lograr implementar un sistema de gestión en una organización y realizar su posterior certificación.

El (ICIDCA) subordinado al Grupo Azucarero AZCUBA, contempla en su misión: Investigar, desarrollar, innovar y transferir tecnologías, así como brindar servicios científicos–técnicos y capacitación especializada, producir y comercializar productos de alto valor agregado en el campo de la agroindustria azucarera. El ICIDCA cuenta con un sistema integrado de gestión NC ISO 9001:08 -NC ISO 22000:05, certificado por la Oficina Nacional de Normalización, con alcance a producción de ron “Vigía” y se encuentra trabajando a para ampliar el alcance a otras producciones. Diferentes acciones han sido previamente reportadas al respecto (2). **El objetivo del presente trabajo** es realizar un diagnóstico para evaluar la actividad de servicios que brinda el ICIDCA a la agroindustria azucarera, con vistas a ampliar el alcance del sistema de gestión a estos servicios con la implementación de la NC ISO 9001:2015.(4)

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron las siguientes actividades:

- Tormenta de ideas: Se llevó a cabo por personal altamente capacitado en la especialidad gestión de la calidad, actualizado en SGC acorde a la NC ISO 9001:2015, teniendo en cuenta la proyección del ICIDCA hasta el 2020, las líneas de trabajo en investigación-desarrollo, producciones, servicios científico-técnicos y el estado de su comercialización.
- Diseño de la encuesta para la ejecución del diagnóstico: Se confeccionó la encuesta teniendo en cuenta los requisitos que establece de la NC ISO 9001:2015 para implementar sistemas de gestión de la calidad en una organización.
- Realización de diagnóstico enfocado a los Servicios que se brindan a la agroindustria azucarera: asesoría en implantación de Sistemas de Gestión, transferencia de tecnologías, estudios de factibilidad técnico-económica y mercado, asesorías científico-técnicas a la industria, capacitación y servicios analíticos específicos, aplicando la encuesta diseñada al personal de las diferentes direcciones del ICIDCA, que se encuentra vinculado con estas prestaciones.
- Se realizaron entrevistas al personal de las direcciones del ICIDCA que brindan servicios científico – técnicos a la agroindustria azucarera, para conocer la situación del equipamiento utilizado para estos fines. Se realizó inspección visual del mismo.
- Procesamiento de los resultados utilizando Microsoft Excel 2007.
- Revisión de documentos sobre sistema de dirección, gestión empresarial y proyección estratégica hasta el 2020 (3) con vistas a analizar el contexto organizacional.
- Elaboración de la matriz DAFO y la matriz de motricidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El 85.7 % del personal encuestado conoce los servicios que brinda el ICIDCA a la agroindustria azucarera y el 51.8 % señala que los servicios se planifican, se determinan, comprenden y se cumplen los requisitos de los clientes. También refieren que se determinan los requisitos para los servicios que se brindan así como que se encuentran validados los métodos de ensayos (técnicas) que se utilizan para realizar los servicios analíticos.
- El 53.6 % plantea que los servicios se realizan con un enfoque al cliente, para el aumento de la satisfacción de dicho cliente.
- El 55.4 % refiere que la organización se asegura de que las personas sean competentes para la realización de los servicios, y el 62.5 % señala que se encuentran los instrumentos de medición calibrados y/o verificados para realizar los servicios analíticos.
- El 57.1% plantea que los métodos de ensayos (técnicas) que se utilizan para brindar los servicios analíticos corresponden a normas vigentes.
- El 71.4% refiere que están capacitados en gestión de la calidad aunque no se encuentran actualizados acorde con los requisitos de la nueva NC ISO 9001: 2015.

Los porcientos oscilaron entre 51 y 86 % evidenciándose un alto grado de conocimiento de la actividad.

Sin embargo, con valores entre 30-43% de los encuestados, incide la categoría de No se sabe sí:

- Está establecido realizar un seguimiento y revisión de la información sobre las partes interesadas y sus requisitos pertinentes, respecto a los servicios que se brindan (33.9%)
- Están determinadas en la organización la secuencia e interrelación del proceso Servicios con el resto de los procesos del ICIDCA (32.1%)
- Están determinados los recursos necesarios para ejecutar los servicios y asegurarse de su disponibilidad (30.4%)
- Se determinan los requisitos para los servicios que se brindan (30.4%)
- Se ha implementado en la organización un proceso de diseño y desarrollo para asegurarse de la posterior provisión de los servicios (41.1%)
- Se evalúan los proveedores que suministran los materiales para realizar los servicios (37.5%).
- Se evalúa el desempeño y la eficacia del proceso de realización de los servicios (42.9%)

- Se realiza el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas (30.4%), ni si están determinados los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar la información sobre la satisfacción del cliente (35.7%)
- Se analizan y evalúan los datos y la información apropiados que surgen por el seguimiento, la medición de la satisfacción del cliente y si se determinan y seleccionan en la organización las oportunidades de mejora necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar dicha satisfacción (37.5%)

En la figura 1 se muestra de forma general la distribución del equipamiento del ICIDCA involucrado en la realización de servicios, teniendo en cuenta las magnitudes de medición en cada caso.

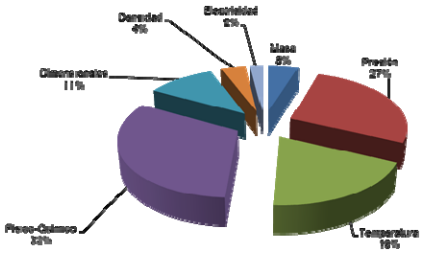


Fig. 1 Distribución del equipamiento según magnitudes de medición.

Se puede observar que los mayores valores se encuentran para los equipos que corresponden a las magnitudes físico químico y presión. Las restantes magnitudes tuvieron valores inferiores al 20%.

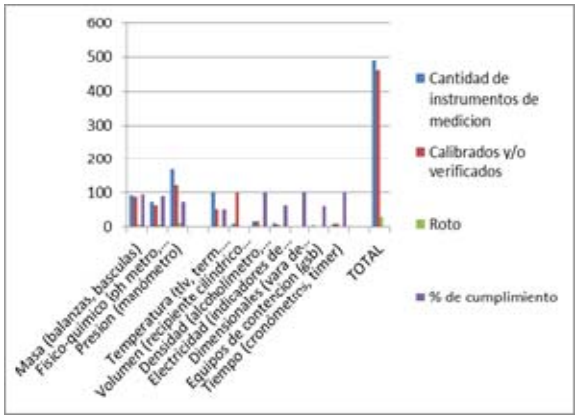


Fig.2 Cumplimiento plan de calibración y/o verificación del equipamiento 2016 vinculado a los servicios a la agroindustria azucarera.

En la figura 2 se muestra el estado de la calibración /verificación del equipamento correspondiente al plan del año 2016, vinculando a los servicios que se brindan a la agroindústria.(6)

El contexto organizacional se analizó mediante la matriz DAFO de la institución:

Fortalezas:

1. Grupo de científicos y técnicos con 20 años de experiencia promedio en la especialidad y una alta capacidad innovativa. Buena estabilidad laboral del personal con alta calificación para la formación y recalificación de especialistas en algunas líneas de trabajo.
2. Cuenta con un sistema integrado de gestión NC ISO 9001:08-NC ISO 22000:05, certificado por la Oficina Nacional de Normalización, con alcance a producción de ron “Vigía” y se encuentra trabajando desde el 2013 para ampliar el alcance a otras producciones
3. Cuenta con Laboratorios Acreditados por la norma NC ISO/IEC 17025:2006 (5)
4. Cuenta con Laboratorio de Control de propiedades físico-mecánicas LAFIM,
5. Cuenta con un Centro de Referencias de Alcoholes y Bebidas CERALBE
6. Cuenta con el Centro Nacional de Gestión del Medio Ambiente CENGMA
7. Cuenta con un CEPARIO que contiene la colección de cepas de levaduras industriales más numerosa del país.
8. Amplio conocimiento de software para la industria azucarera y sus derivados.
9. Mantiene relaciones de intercambio y colaboración con un gran número de instituciones de I+D a nivel nacional e internacional.
10. El ICIDCA es actualmente una Casa Editorial, y mantiene desde 1968 la publicación de la Revista ICIDCA especializada en los derivados, certificada por el CITMA.
11. Cuenta con una amplia cartera de tecnologías, transferencia de tecnologías y un patrimonio científico acumulado en 50 años.

Debilidades

1. Plantilla demasiado elevada.
2. Envejecimiento de los especialistas del Instituto,
3. No se explota al máximo el equipamiento existente
4. Débil actividad de mantenimiento
5. Limitada participación en eventos e intercambios internacionales
6. Insuficiente cantidad de especialistas dedicados a los servicios especialmente de calidad con gran demanda en el sector.

Oportunidades

1. Lineamientos de la PEPR Proceso de reordenamiento, perfeccionamiento y actualización del modelo económico
2. Pertenecer a un sector de amplias perspectivas nacionales e internacionales
3. Incremento de las demandas de la Ciencia e Innovación tecnológica por la industria nacional, debido a la recuperación económica.
4. Proyectos internacionales y otras vías de cooperación con posibilidades de acceso.
5. Importancia cada vez mayor de la Ciencia, la Innovación tecnológica, la trasferencia de tecnología y la información en el desarrollo de la sociedad moderna.

Amenazas

1. Insuficiente capacidad para la adaptación a los cambios y actualización del sistema económico en el país y en el sector que pueden limitar la actividad científica.
2. Insuficientes fuentes de financiamiento a corto mediano y largo plazo
3. Competencias con otros sectores del país por los recursos laborales
4. Subvaloración del papel que juega y debe seguir jugando la investigación científica como garantía para el desarrollo futuro del sector y la formación de los recursos humanos.

CONCLUSIONES

Se realizó un diagnóstico sobre la situación de los servicios científico-técnicos, transferencias de tecnologías y capacitación que brinda el ICIDCA a la agroindustria azucarera, lo cual permitió la identificación de problemas principales en la realización de los servicios, constatándose que el proceso servicios no se gestiona por procesos y que no se cuenta con un sistema de gestión de la calidad implantado con alcance a Servicios que se enfoque a aumentar la satisfacción de los clientes.

Se evidenció que anualmente en el ICIDCA, se confecciona y ejecuta el plan de aseguramiento metrológico del equipamiento, para mantener cada uno de los equipos con las condiciones requeridas de calibración/verificación, con vistas a tener datos confiables en las mediciones que se realizan en los diferentes ensayos.

REFERENCIAS

1. **Lefcovich, M. (2013).** Gestión de calidad para la excelencia– gce,http://www.gestiopolis1.com/recursos2/documentos/archivodocs/ager/gescalexce.zip.
2. **Castillo G, Hernández A., Ortega G (2016).** Propuesta de implementación de un sistema de gestión de la calidad con alcance a los servicios científico-técnicos del ICIDCA. Enviado a Revista ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Enero 2016.
3. **NC ISO 22000:2005.** Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria.
4. **NC ISO 9001:2015.** Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
5. **NC ISO/ IEC 17025:2006.** Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración **DG 01. 2014. Directrices Generales.** Metrología en Cuba.
6. **Hernández S. 2016** Plan de Aseguramiento Metrológico del ICIDCA. Informe Interno.

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AZÚCAR CRUDO CON DESTINO A LA EXPORTACION EN LA UEB TECNOAZUCAR VILLA CLARA

EVALUATION OF THE QUALITY OF RAW SUGAR QUALITY FOR EXPORT IN THE UEB TECNOAZUCAR VILLA CLARA

Pérez, D.M.

UEB Tecnoazúcar Villa Clara

dulcemaria.perez@tavc.azcuba.cu

Resumen

Tecnoazúcar tiene la misión de comercializar todo el azúcar y los derivados de la agroindustria azucarera, asumiendo la responsabilidad en AZCUBA de garantizar la calidad de los productos que se comercializan tanto en el mercado interno como en el de exportaciones. Por tal motivo la UEB Tecnoazúcar de Villa Clara implementó un sistema de monitoreo que garantizara evaluar y controlar el estado de cumplimiento de los requisitos de calidad del azúcar crudo con destino a la exportación. Los resultados alcanzados han permitido demostrar cual ha sido el comportamiento de la calidad del azúcar crudo producido para la exportación en los últimos cinco años consecutivos de zafra; identificándose las debilidades y/o fortalezas que existen en cada central de la provincia de Villa Clara, garantizándose con ello un control preventivo y no correctivo de la calidad.

Palabras claves: calidad, sistema de monitoreo y requisitos.

Abstract

Tecnoazúcar has the mission of marketing all the sugar and those derived of the sugar agroindustry, assuming the responsibility inside AZCUBA of guaranteeing the quality of the products that it markets so much in the internal market as in that of exports. For such a reason UEB Tecnoazúcar of Villa Clara implemented a monitoring system that guaranteed to evaluate and to control the state of execution of the requirements of quality of the raw sugar going to the export. The reached results have allowed to demonstrate which has been the behavior of the quality of the raw sugar taken place for the export in the last five serial years of harvest; being identified the weaknesses and/or strengths that exist in each factory of sugar in the state of Villa Clara, being guaranteed with it a preventive control and not with the corrective of the quality.

Key Words: quality, requirements and system of monitoring.

Introducción

Si un país desea mantenerse o ingresar en el grupo de países con alta competitividad en el actual y futuro mundo azucarero, debe asegurar que sus parámetros básicos de calidad se correspondan con los alcanzados por los más eficientes (1)Las condiciones actuales de los mercados se caracterizan por una exigencia cada vez mayor de los requisitos exigidos por los clientes .En el afán de satisfacer dichos clientes, se convierte en una necesidad implementar un sistema de monitoreo y control de la calidad que garantice el cumplimiento de los parámetros de calidad que exige la norma cubana del azúcar crudo ,incluyéndose por supuesto los requisitos pactados con el Cliente .Con el incremento de la producción azucarera mundial, también se ha

incrementado la exigencia de los clientes en cuanto a la calidad del azúcar crudo producido (2).Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados, el objetivo de este trabajo es precisamente dar a conocer el comportamiento de la calidad del azúcar crudo producido para la exportación en los últimos cinco años consecutivos de zafra en la provincia de Villa.

Materiales y métodos

La UEB Tecnoazúcar de Villa Clara con el objetivo de hacer cumplir todo lo que en materia de calidad está orientado, elaboró una Estrategia para el Sistema de Monitoreo donde a partir de los resultados obtenidos se pudiera evaluar el comportamiento de los parámetros de calidad de forma consecutiva en las últimas cinco zafras y en función de estos accionar sobre ellos para lograr cumplir con los requisitos de calidad contratados, todo esto de conjunto con las UEB Azucareras de la provincia .Este sistema de vigilancia se ha ido perfeccionando desde sus inicios hasta la fecha y para lograrlo la UEB propuso :

1. Recepcionar en Conciliación semanalmente durante el periodo de zafra las muestras ponderadas del azúcar crudo y enviarlas al Laboratorio LEYCAL por estar acreditado y homologado por las normas internacionales tal y como lo establece la Resolución vigente para la Comercialización.
2. Chequear y hacer cumplir el Esquema de Muestreo aprobado para este monitoreo durante la zafra
3. Las UEB CA: Perucho F y Héctor R que destinan al Sub Sistema el 100 % de su producción serán monitoreados por el laboratorio del Sub Sistema.
4. Las UEB CA de Carlos Baliño y José MP cuando no tributen directo al puerto serán monitoreados tal y como lo hacen el resto de los ingenios del crudo en la provincia.
5. Es responsabilidad de los representantes de Tecnoazúcar en cada UEB CA exigir y velar para que todo lo antes relacionado se cumpla.

Para el monitoreo del azúcar crudo de exportación se trazó la Estrategia siguiente:

1. Monitoreo de todo el azúcar crudo que se produzca durante la zafra en la provincia.
2. Monitoreo de todo el azúcar crudo que se almacena en el Sub Sistema Héctor Rodríguez.
3. Monitoreo de azúcar crudo con destino a la economía interna
4. Monitoreo de todo el azúcar crudo de exportación que va directamente al puerto Tecnoazúcar Cienfuegos y no pasa por el Sub Sistema, en este caso se encuentran: UEB CA Carlos Baliño, UEB CA Ifraín Alfonso y la UEB CA José María Pérez.

Para el caso específico del azúcar orgánica de la UEB CA Carlos Baliño con destino a la exportación, las muestras deben ser entregadas por lotes producidos en el día.

Discusión y resultados

Como resultado del sistema de monitoreo evaluado en las cinco últimas cinco zafras consecutivas, fueron enviadas a LEYCAL las cantidades de muestras que se relacionan en la tabla I, donde se aprecia un incremento paulatino por años, con un salto marcado y significativo en el año 2016.

Tabla I. Muestras recibidas durante el período 2013-2017

Años	Muestras	De AC	% del total	Años	Muestras	De AC	% del total
2013	66	32	48	**2016**	247	169	68
2014	71	42	59	**2017**	45	36	80
2015	74	47	63	**total**	**503**	**326**	**65**

En la Figura 1 se observa que el año 2016 fue el que mayor cantidad de muestras se enviaron a LEYCAL, con un incremento de 173 muestras más que el año anterior y de ellas 122 muestras de azúcar crudo, por los problemas de calidad presentados durante esta zafra, siendo los mayores impacto los incumplimientos con la pol y el color del azúcar orgánica de la UEB CA Carlos Baliño seguido por la UEB CA Ifraín Alfonso en este último por incumplir con la dextrana durante toda la zafra.

Fig. 1 Monitoreo por años del crudo de exportación periodo 2013-2017

En la tabla II se relacionan los ingenios que tributaron al Sub Sistema en la zafra 2016 y que fueron penalizados por el Sub Sistema zafra 2016

Tabla II Zafra 2016 con los Ingenios que tributaron al Sub Sistema

Mes	**Penalizado**	**tn**	**$**
Febrero	Panchito	484,24	**794,15**
Abril	Abel S	1457,48	
	Perucho F	1451,72	
	Panchito	1450,34	
	Héctor R	1931.7	
	Total	**6.291.260**	**14 419,72**
Mayo	Abel S	966,54	
	Héctor R	2783,1	
	Panchito	1925,72	
	Perucho F	1927,08	
	Heriberto	478,82	
	Total	**8.081.260**	**91111.27**

En marzo no hubo ni bonificación ni penalización y se enviaron al puerto 4893,00 tn de azúcar

En la actual zafra 2017 hasta cierre 21 de marzo los resultados alcanzados por el sistema de monitoreo no arrojaron problemas de incumplimiento de calidad en el azúcar de exportación en los ingenios que tributaron al del Sub Sistema, por tal motivo ni se penaliza ni se bonifica a ningún central de la provincia, a diferencia de la zafra anterior en igual fecha, lo que evidencia el salto cualitativo en la calidad del azúcar de exportación en la actual zafra 2017

En la tabla III se refleja el comportamiento de la UEB CA Ifraín Alfonso en el periodo evaluado y el % de incumplimiento, observándose un incremento de muestras monitoreadas en la zafra del 2015, dado esto precisamente por la tendencia a incrementarse por años el incumplimiento de la dextrana con valores muy por encima de la norma, aspecto que fue debatido en todas las conciliaciones en zafra con el representante de Calidad de la Empresa Azucarera.

Tabla III Comportamiento Dextrana en la UEB CA Ifraín Alfonso

Año	Enviadas	>300ppm	%	Año	Enviadas	>300ppm	%
2013	7	5	71	**2016**	11	10	91
2014	5	4	80	**2017**	15	13	87
2015	33	21	63	total	71	53	75

En la zafra 2017 a pesar de que se reduce el % de incumpliendo en la UEB CA Ifraín Alfonso, con respecto a la anterior, continúa siendo una debilidad y se debe seguir trabajando en aras de solucionarse.

En la Figura 2 se puede apreciar la penalización por meses del azúcar exportado al puerto durante la zafra 2016 de la UEB CA Ifraín Alfonso donde se alcanzó el mayor % de incumplimiento de dextrana (91 %)

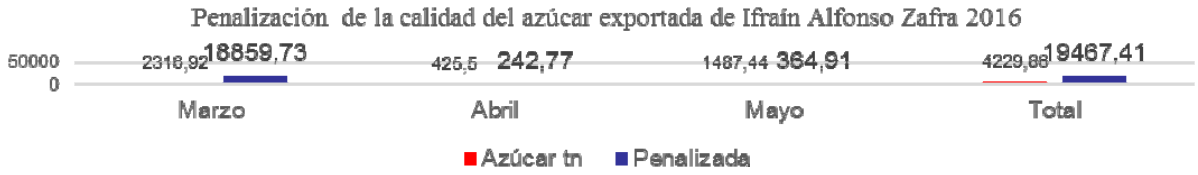


Fig. 2 Calidad de la azúcar exportada de Ifraín Alfonso Zafra 2016

Teniendo en consideración los resultados antes expuestos y como medida preventiva iniciamos la vigilancia de la calidad en la actual zafra 2017 enviando a LEYCAL un total de 36 muestras de Azúcar crudo y de ellas 15 corresponden al crudo de exportación de Ifraín Alfonso por la tendencia al incumplimiento que este ingenio ha presentado en zafras anteriores.

Como resultado del sistema de monitoreo fueron enviadas a LEYCAL las cantidades de muestras del crudo de Carlos Baliño que se relacionan en la tabla IV, donde se aprecia la tendencia creciente del incumplimiento de este indicador

Tabla IV Muestras enviadas a LEYCAL de Carlos Baliño durante el período 2013-2017

Año	Muestras	Incump	%
2013	6	4	67
2014	6	4	67
2015	23	11	48
2016	19	6	32
2017	6	5	83

Los resultados anteriores muestran el comportamiento de la dextrana en la UEB CA Carlos B durante estos cinco años consecutivos, reflejándose que la dextrana en el 2017 se cumplió al 16.6 % y se incumple al 83.3 % el valor más alto en los últimos cinco años. Aspecto que fue analizado y muy debatido con los involucrados.

Conclusiones

Los resultados alcanzados han permitido demostrar cual ha sido el comportamiento de la calidad del azúcar crudo producido para la exportación en los últimos cinco años consecutivos de zafra; identificándose las debilidades y/o fortalezas que existe en cada central de la provincia de Villa Clara, garantizándose con ello un control preventivo y no correctivo de la calidad.

Bibliografía

1. Casanova E, Salermo, M, Evaluación de algunos mercados y proveedores por su calidad. Revista ATAC, No 2,2001.pags 5-9,Cuba

2. Mambuca, R. Rodríguez Impacto del laboratorio de ensayos y calibraciones de los alimentos en control de la producción de azúcar crudo .Memorias del Congreso Internacional sobre azúcar y derivados, Oct 2015.Cuba

DIAGNÓSTICO DE CALIDAD EN MIELES TRIBUTARIAS A DESTILERIAS DE ALCOHOL AZCUBA. PERIODO-2013-2016

QUALITY DIAGNOSIS OF TRIBUTARY MOLASSES FOR AZCUBA´S ALCOHOL DISTILLERIES. 2013-2016 PERIOD

Carreras, E., García, R*, Armenteros, S., Saura, G.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
*roxana.garcia@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El cálculo del Índice de Consumo de Miel en destilerías se fundamenta en la concentración de Azúcares Reductores Fermentables. Este estudio evalúa el comportamiento del contenido de azúcares con respecto a otros parámetros que norman la calidad según NC 715: 2009, en mieles tributarias del último cuatrienio. La muestra comprendió 50 mieles de diversas regiones del país y los análisis realizados según técnicas estandarizadas. El 80 % de las irregularidades correspondieron a cuatro indicadores con valores por debajo de los límites mínimos permisibles; resultando los sólidos en suspensión bajos el defecto de mayor frecuencia, representando un 35 % de las no especificidades. A través de métodos estadísticos multivariados se pudo ajustar un modelo para estimar los azucares fermentables con respecto al análisis de los reductores totales, y detectarse que el contenido de sólidos en suspensión resulta mayormente determinado por los lodos y cenizas que por el contenido de azúcares.
PALABRAS CLAVE: miel de caña de azúcar, grado Brix, fermentación alcohólica.

ABSTRACT

The calculation of the Molasses Consume Index in alcohol distilleries is based on the concentration of Fermentable Reducing Sugars. This study evaluates the behavior of the sugars content with regard to other quality parameters normed by the NC 715: 2009, in tributary molasses of the last four years. The sample encompassed 50 molasses from different Cuban regions and the analyses were carried out according to standardized techniques. An 80% of the irregularities matched with four criteria with values under accepted minimum limits; being the suspended solids the deficiency more frequently founded, representing a 35% of the non-specificities. Through multivariate statistical methods, a model to estimate the fermentable sugars content based on the analysis of the Total Reducing Sugars could be adjusted; furthermore the fact that suspended solids content was mostly determined by muds and ashes instead of sugars, was also identified.
KEY WORDS: sugar cane molasses, degrees Brix, alcoholic fermentation

INTRODUCCIÓN

La miel se considera el derivado de la agroindustria azucarera de mayor potencial biotecnológico por ser una materia prima de bajo costo rica en azúcares, sales minerales y factores de crecimiento. A pesar de que esta materia prima es un sub-producto de la producción de azúcar, es un compuesto clave en el encadenamiento productivo del complejo sucro-alcoholero pues en la actualidad constituye el 60 % del costo de producción en destilerías cubanas, secundada por el consumo de petróleo. Las bases para la asignación de miel física y el cálculo de sus índices de consumo (ICM, kg miel/hL alcohol producido) en destilerías del Grupo Empresarial AZCUBA fundamentan su análisis en promedios actuales del contenido de Azucares Reductores

Fermentables (ARF); aunque también el cálculo del ICM puede estar referido a miel base 52 % (p, p) de Azucares Reductores Totales (ART), teniendo en cuenta que este es el valor mínimo establecido según la Norma Cubana 715: 2009. *Miel Final (Melazas). Especificaciones* (1).

Las mieles tributadas a las fábricas, tienen un origen diverso y no solo se reciben mieles de ingenios tributarios cercanos, sino también de otros localizados en regiones distantes; constituyendo también ya una tendencia en nuestras destilerías el empleo de mieles más ricas como miel B mezclada con miel final y en muchas ocasiones como sustrato único.

El presente trabajo presenta un estudio diagnóstico sobre el comportamiento de los indicadores físico-químicos que norman la calidad de las mieles destinadas a la industria fermentativa nacional, con énfasis en el contenido de ART y ARF en una población actual (2013-2016) de mieles tributadas a Destilerías del Grupo Empresarial AZCUBA, dado el impacto que puedan tener algunos de estos parámetros en la eficiencia de nuestra industria alcoholera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron colectadas un total de 50 muestras correspondientes a mieles tributadas a Destilerías del G.E. AZCUBA localizadas en las regiones occidental, central y oriental del país durante los últimos cuatro años (2013-2016) dentro y fuera de campaña. Las técnicas de muestreo y ensayos de caracterización realizados contemplaron los métodos de rutina establecidos por Normas Cubanas y procedimientos estandarizados para la industria sucro-alcoholera: Sólidos Aerométricos Disueltos expresado como grado Brix (°Bx), pH, Cenizas y Lodos (2); ART y ARF (3). Los análisis estadísticos pertinentes se realizaron a través del programa Statgrafhics®Centurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar un análisis cualitativo de la frecuencia con que los parámetros normados fueron detectados fuera de especificidades según la NC 715: 2009, se pudo apreciar a través de un Diagrama de Pareto mostrado en la Figura 1 como el contenido de sólidos en suspensión cuantificados por debajo de un 85°Bx resulta el defecto de mayor incidencia, representando cerca de un 35 % del total de no especificidades encontradas. Alrededor del 80 % de las irregularidades manifestadas en mieles tributarias correspondieron a cuatro indicadores con valores por debajo de los límites mínimos permisibles (°Bx, ARF, ART y pH). La frecuencia de aparición del grado Brix por debajo del valor aceptable fue tal, que incluso el valor promediado (82.7 °Bx) se encontró fuera del valor mínimo aceptable establecido (85.0°Bx).

A modo de referencia, la Tabla 1 muestra una comparación de estos cuatro indicadores con respecto a los promedios históricos referenciados para mieles cubanas (3), cuyos estudios fueron realizados de forma sistemática en las décadas del 60 y 70 por el ICIDCA. Se observó cómo los valores promedio para las mieles actuales mostraron valores por debajo de los promedios históricos o bien fuera de especificidades (°Bx), en todos los casos con valores cercanos a los límites mínimos establecidos por la norma.

Tabla I. Comparación de valores promedio de algunos parámetros físico-químico normados por la NC 715: 2009 en diferentes períodos de la industria sucro-alcoholera –G.E. AZCUBA

	°Brix	**ART (% p, p)**	**ARF (% p, p)**	**pH**
Promedio histórico (1965-1980)	89.1	60.4	56.7	5.7
Promedio 2013-2016, n=50	82.7	55.1	51.6	5.4
NC 715: 2009	Mín. 85.0°Bx	Mín. 52.0	Mín. 48.2	Mín. 5.2

La tendencia actual de recibir mieles tributarias de bajo grado Brix puede ser el resultado, entre otros factores, de un incorrecto y/o excesivo uso del agua de lavado para la purga de masas cocidas de tercera en el

ingenio en aras de solventar un mejoramiento de coloración en el grano. En este sentido debemos señalar que no siempre estas aguas de lavado provienen de condensados ni poseen la calidad microbiológica establecida, detectándose en muestreos recientes a ingenios azucareros del Grupo (datos no publicados) un contenido elevado de microorganismos potencialmente resistentes ubicuos en ecosistemas ricos en corrientes azucaradas y probablemente de origen telúrico o vegetal.

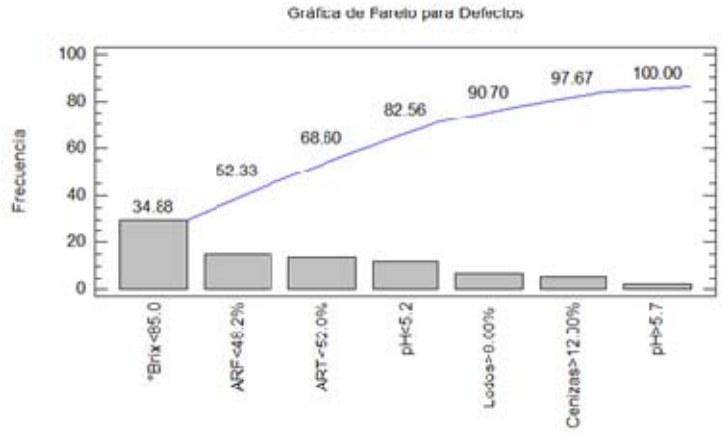


Figura 1. Análisis cualitativo de la frecuencia de aparición de no especificidades según NC 715: 2009 detectadas en mieles tributarias a destilerías G.E. AZCUBA (2013-2016), n= 50

La recepción, en la mayoría de los casos obligatoria por parte de las destilerías AZCUBA de mieles con bajo °Brix, sumado al deterioro en áreas de almacenaje y dificultades en los sistemas de transporte y trasiego; pueden ser factores que conlleven al deterioro microbiano y alteración de propiedades nutricionales, así como a la introducción no deliberada de microorganismos ajenos al proceso productivo.

A partir de un Análisis Multivariado de todas las variables involucradas solo fueron detectadas correlaciones significativamente fuertes para el par ART y ARF (r=0.9941, R^2=98.82 %,) ajustándose un modelo lineal (p=0.3180) con un nivel de confianza del 95.0 %. La Ecuación 1 (Ec. 1) describe el modelo predictivo ajustable a una población actual de mieles tributarias a destilerías AZCUBA como herramienta de trabajo para aquellas fábricas cuyos laboratorios adolecen del montaje de la técnica de fermentables y necesiten conocer el verdadero valor de la miel para la producción de alcohol, estimando el contenido real de azúcares que podrán ser metabolizados por la levadura.

La relación ARF/ART se muestra para las mieles actuales en un razón de 0.94, coincidiendo estos valores con los promedios históricos nacionales (1965-1980) (3) que refieren que un 94 % de los azúcares totales en las mieles corresponden a fermentables.

$$ARF = -5.49332 + 1.03537*ART \qquad \text{Ec. 1}$$

Para conocer cuáles de los parámetros normados contribuían a la mayor variabilidad en los datos y de cierta forma sintetizar en cuanto a la contribución de estos indicadores sobre la calidad normada, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), detectándose que el Componente Principal 1 (CP1) y el Componente Principal 2 (CP2) resultaron ser los factores de variación mayores (74.09 % en su conjunto) inducidos por la concentración de azúcares y por el contenido de lodos - cenizas respectivamente.

Considerando que el contenido de solidos disueltos y el pH resultaron dos de los parámetros que más incidieron sobre el no cumplimiento de los requisitos establecidos por la NC 715: 2009 (Figura 1), el ACP mostró que bajos niveles de pH se encuentran asociados a un menor contenido de azucares, mientras que las variaciones en el °Brix fluctúan en un mayor grado en el mismo sentido que los sólidos suspendidos de naturaleza inorgánica (cenizas) y los sólidos insolubles en suspensión (lodos) y en un menor grado asociadas al contenido de azucares. La concentración de azucares presentes no resulto afectada por el contenido en

lodos y cenizas según los coeficientes de ponderación mostrados en la Tabla 2 para cada Componente Principal.

Tabla II. Coeficientes de ponderación de parámetros físico-químicos según Análisis de Componentes Principales que explica el 74.09 % de variabilidad en mieles tributarias a destilerías AZCUBA (2013-2016). n=50.

Parámetros	*CP1*	*CP2*
°Bx	0.32	0.47
ARF	0.59	0.00
ART	0.58	0.02
ceniza	-0.20	0.60
lodos	-0.08	0.65
pH	0.41	0.02

El contenido de sólidos en suspensión para una nueva población de mieles tributarias del esquema AZCUBA, aunque no mostro una correlación bidimensional con cualquiera del resto de las variables analizadas, a través del ACP pudo observarse como una disminución de este parámetro físico se encuentra más vinculada al contenido de cenizas y lodos que al de azúcares, es por ello que este indicador solo debe interpretarse como medida de densidad, muy útil en cálculos de balance de materiales y pronósticos de su preservación microbiológica.

El pH puede estar más influenciado por el contenido de azucares presentes asociándose bajos pH con una disminución del contenido de azúcares (Tabla 2).Los bajos pHs detectados son atribuibles a diversas causas, pudiendo especularse que se debe a la presencia de una acidez orgánica volátil o a irregularidades durante el proceso de clarificación de jugos en el ingenio (3) y a pesar de que constituye un indicador normado, para el proceso de fabricación de alcohol un pH por debajo de 5.2 más bien resulta beneficioso pues inhibe la proliferación bacteriana, especialmente cuando la disponibilidad de ácido sulfúrico no es un hecho tangible.

CONCLUSIONES

El análisis de esta data colectada durante el último cuatrienio y representativa en cuanto a regiones del país, campaña y periodo de zafra nos permite disponer de una panorámica de los parámetros físico-químicos que considera como de mayor relevancia la NC 715: 2009 y brinda una herramienta para estimar el contenido de ARFermentables en base a los ARTotales. Aunque no se presenta en este trabajo, especial atención debe prestarse a otros indicadores que aun la NC 715: 2009 no recoge; por ejemplo la pureza superior a 40 (dada su íntima relación a infecciones en los jugos primarios o mezclados) y los valores bajos de la relación reductores libres/cenizas que pueden estar asociados a procedimientos inadecuados durante la clarificación.

REFERENCIAS

1. Norma Cubana NC 715: 2009. Miel Final (Melazas). Especificaciones.
2. Vázquez, M., Cuéllar, H., García, R., Díaz de Villegas M. E., Reyes, A., González M. D., Méndez, J., de la Guardia M., Ibáñez, M. 2012. Manual de técnicas analíticas para las destilerías. Editorial Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), La Habana. ISBN: 978-959-71-65-35-4.
3. Biart, J. R., Serrano, P., Conde, J. 1982. Estudio de las mieles finales de la caña de azúcar. Editorial Científico- Técnica, La Habana.
4. ICUMSA GS4/3-7. 2011. Método Oficial (de Referencia). Determinación de azúcares reductores totales en melaza y jarabes refinados después de hidrólisis por el procedimiento Lane and Eynon a volumen constante.

IDENTIFICACION PRECISA DEL AMBIENTE CORROSIVO Y SELECCIÓN ADECUADA DEL SISTEMA DE PROTECCION
PRECISE IDENTIFICATION OF THE CORROSIVE ATMOSPHERE AND THE APPROPRIATE SELECTION OF THE REQUIRED SYSTEM OF ANTICORROSIVE PROTECTION

Gómez, A. * (1); Pérez, I. (1); Rodríguez A. (1); Sosa, M. (1); Ramos, MB (2); Valdés, D. (2); Seijo, A. (2); González, Y. (2)

(1) ICIDCA, Inst. Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
(2) LPB, Laboratorio de Pinturas y Barnices CIIQ
* andres.gomez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La industria azucarera como cualquier otra industria necesita la identificación precisa del ambiente corrosivo y la selección adecuada del sistema de protección anticorrosiva requerido, acciones que garantizan mantenimientos eficientes y duraderos, primer paso para elevar la eficiencia y disminuir costos de mantenimiento y en consecuencia aportar en la disminución del costo de producción. El trabajo tiene como objetivo promover un servicio del ICIDCA a AZCUBA y a otros Organismos para la identificación precisa del ambiente corrosivo y la selección adecuada del sistema de protección anticorrosiva, atendiendo a la norma general NC-ISO 12944-1al 8 como base para el diseño de la ingeniería de protección anticorrosiva.

Palabras clave: Protección anticorrosiva en la industria azucarera, Mantenimientos eficientes.

ABSTRACT

The sugar industry as any other industry needs the precise identification of the corrosive atmosphere and the appropriate selection of the required system of anticorrosive protection, just that will be adequate for efficient and durable maintenances, this is the first step to elevate the efficiency and to diminish maintenance costs and in consequence to contribute in the decrease of the cost of production. The target of this paper is to share experiences in the precise identification of the corrosive atmosphere and the appropriate selection of the system of anticorrosive protection, assisting to the general norm NC-ISO 12944-1to 8, it is the base to design the engineering of anticorrosive protection. The results obtained from this study made in the Sugar Company “Boris Luis Santa Coloma”, Mayabeque, Cuba are exposed in order to illustrate this procedure.
Key words: Anticorrosive protection in the sugar industry, efficient maintenances.

INTRODUCCIÓN

La vida útil de un recubrimiento de pintura y su efectividad como método de prevención de la corrosión dependerá, en gran medida, de una adecuada selección y/o diseño del sistema de protección, de una apropiada preparación de superficie y aplicación del recubrimiento, de la supervisión e inspección a pie de obra y del control de calidad de las pinturas y de los sistemas de protección. Este trabajo pretende compartir experiencias en la etapa de la identificación precisa del ambiente corrosivo y la selección adecuada del sistema de protección anticorrosiva requerido para garantizar mantenimientos eficientes y duraderos, así como ofertar este estudio como un servicio científico técnico con los siguientes objetivos:

- Introducir la Norma NC ISO – 12944, como Ingeniería de la Protección Anticorrosiva.
- Contribuir a la calificación de los recursos humanos del mantenimiento en la industria.
- Potenciar el empleo de los productos idóneos.

• Facilitar el diagnostico del nivel de corrosión, la adecuada selección y/o diseño del sistema de protección, instruir una apropiada preparación de superficie y aplicación del recubrimiento, así como de la supervisión e inspección a pie de obra para el control de calidad.

Para ilustrar este procedimiento se exponen los resultados de este estudio en la Empresa Azucarera "Boris Luis Santa Coloma" de Madruga, Mayabeque, Cuba.

MAPEO DE LAS CONDICIONES CORROSIVAS EN CENTRAL "Boris Luis Santa Coloma.

Se identifica en cada área del central las condiciones del ambiente corrosivo en que se encuentra, la protección actual que tiene y por último que propuesta de protección anticorrosiva eficiente se propone.

Área del Basculador y Tándem

Condiciones del ambiente corrosivo en el que se encuentra: Clasificación C3

Protección actual: No adecuada

Propuesta de protección anticorrosiva:

- *Entrada de camiones de caña:* pavimento antiabrasivo.
- *Barandas y plataformas:* pintura industrial realizando una buena preparación con primario anticorrosivo. Pintado de las estructuras metálicas con cualquiera de los 3 sistemas de la Tabla I.

Tabla I. Sistemas propuestos para estos ambientes de corrosividad C 3

No.	Sistema de pintura	No. de capas*	Espesor capa seca por producto (µm)	Espesor total (µm)	Durabilidad (años)
1	Primario anticorrosivo alquídico de óxido rojo	2	35-40	120-140	1
	Esmalte alquídicoDuracrom	2	25-30		
2	Primario alquídico marino Marlin	2	40-45	130-150	1
	Esmalte alquídicoDuracrom	2	25-30		
3	Primario alquídico marino Marlin	2	40-45	140-160	1
	Esmalte alquídico Ferro protector	2	30-35		

Área de Molinos

Condiciones del ambiente corrosivo en el que se encuentra:

- Área debajo de los molinos (foso): Corrosión por el carácter ácido del jugo debido a derrames o salpicaduras. Clasificación C4
- Plataformas de operación, pasamanos: Corrosión por el carácter ácido del jugo debido a salpicaduras. Clasificación C4
- Equipos auxiliares (paneles de control y encendido de equipos): Corrosión por el carácter ácido del jugo debido a salpicaduras. Clasificación C4

Protección actual: No adecuada.

Propuesta de protección anticorrosiva:

Para el área debajo de los molinos (foso): El sistema impermeabilizante desarrollado de la Línea FURAL del ICIDCA para pisos, terrazas y cubiertas transitables. Ver Tabla II.

Tabla II. Sistema impermeabilizante de la Línea FURAL, del ICIDCA,
para pisos, terrazas y cubiertas transitables

Etapa	Acción	Producto a aplicar
I	Acondicionador impermeabilizante	FURAL-RI 1001
II	Resanado	Composición polimérica flexible FURAL-Rr 1001
III	Sellado	Recub. Impermeable simple y/o Masilla FAM Modificada

Recub. Impermeable reforzado y/o Masilla FAM Modificada
IV Capa protección final o acabado FURAL Recubrimiento Acabado (Negro, Rojo o Verde)

Para las plataformas de operación, pasamanos: Ver Tabla III, sistemas propuestos para estos ambientes de alta corrosividad (C 4).

Equipos auxiliares (paneles de control y encendido de equipos): Ver Tabla III, sistemas propuestos para estos ambientes de alta corrosividad (C 4).

Tabla III. Sistemas propuestos para estos ambientes de alta corrosividad C 4

No.	Sistema de pintura	No. de capas*	Espesor capa seca por producto (µm)	Espesor total (µm)	Durabilidad (años)
1	Recubrimiento epoxi de dos componentes, curado con poliaminas, con propiedades autoimprimantes	1	199	249	>15
	Esmalte poliuretano alifático de dos componentes	1	50		
2	Recubrimiento epoxi de dos componentes	1	178	228	>15
	Esmalte poliuretano acrílico de dos componentes	1	50		
3	Primario epoxi-poliamida, de dos componentes	2	131	238	>15
	Esmalte poliuretano alifático de dos componentes	2	107		
4	Imprimación epoxi de dos componentes, curado con poliamidas	1	-	236	>15
	Recubrimiento epoxi-poliamida de dos componentes	2	-		
	Esmalte poliuretano alifático de dos componentes	1	-		

Área de generación de vapor y electricidad

Condiciones del ambiente corrosivo en el que se encuentra:

- Conductos de chimeneas de evacuación de gases: Clasificación C5
- Conductos propios de las calderas, tuberías, bombas: Clasificación C5
- Pisos, plataformas y pasamanos: Clasificación C5
- Estructuras exteriores de la caldera: Clasificación C5

Protección actual: Deficiente

Propuesta de protección anticorrosiva:

Para conductos de chimeneas de evacuación de gases y entrada de aire, al igual que los propios de las calderas, tuberías, bombas deben ser protegidos antes del aislamiento con sistemas para muy alta corrosividad industrial (C 5-I y C 5-M), ver Tabla IV.

Para el área de pisos del frente de caldera lo siguiente: El sistema de la Línea FURAL. Ver Tabla II.

Tabla IV. Sistemas propuestos paramuy alta corrosividad industrial (C 5-I y C 5-M):

No.	Sistema de pintura	No. de capas*	Espesor capa seca/producto (µm)	Espesor total (µm)	Durabilidad (años)
1	Imprimación epoxi de dos componentes, curada con poliamidas.	1	46	235	5 a 15
	Recubrimiento epoxi de dos	1	128		

	componentes, curado con poliamidas				
	Esmalte poliuretano alifático de dos componentes	1	61		
2	Imprimación epoxi de dos componentes, con elevado contenido de zinc, curada con poliamidas.	1	50	255	5 a 15
	Recubrimiento epoxi de dos componentes, curado con poliamidas	1	125		
	Esmalte poliuretano alifático de dos componentes	2	80		
3	Imprimación epoxi de dos componentes	1	131	242	5 a 15
	Esmalte poliuretano acrílico de dos componentes	1	111		

Áreas de calentamiento de jugos, clarificación, filtración, evaporación, cristalización y centrifugación
Condiciones del ambiente corrosivo en el que se encuentra: Todas con Clasificación C4
Protección actual: Deficiente
Propuesta de protección anticorrosiva:
Para pasamanos y plataformas los sistemas propuestos para ambientes de corrosividad C 4. Ver Tabla II.
Para el área de pisos lo siguiente romper los pisos viejos y construir nuevos, con las canales y con las inclinaciones de escurrimientos requeridos, después de 28 días de fundido el piso proteger los mismos empleando el sistema impermeabilizante desarrollado de la Línea FURAL ver Tabla II.
Este estudio de la identificación precisa del ambiente corrosivo y la selección adecuada del sistema de protección anticorrosiva para garantizar mantenimientos eficientes y duraderos se oferta por el ICIDCA no solo a la industria azucarera, pueden beneficiarse del mismo otras industrias e instalaciones turísticas y deportivas.

CONCLUSIONES

1. La identificación correcta del ambiente corrosivo en cada área permite seleccionar los sistemas de protección adecuados, esto unido al cumplimiento de la Norma NC ISO 12944 para la preparación de las superficies, el pintado, repintado, la inspección y el control de calidad garantiza una protección de no menos de 5 años de duración, además de diseñar sistemas acordes con la economía de la Empresa, política de mantenimiento, etc.
2. El estudio de la identificación precisa del ambiente corrosivo y la selección adecuada del sistema de protección anticorrosiva permite garantizar mantenimientos eficientes y duraderos.
3. El caso del central cubano “Boris Luis” además de las ventajas de duración de la protección anticorrosiva tiene el ahorro económico por el empleo de productos desarrollados de la Línea FURAL con costos que ahorran el 40 al 50 % en comparación al sistema importado.

REFERENCIAS

- J. Cordobés Vicente, Cómo diseñar la ingeniería de protección anticorrosiva. http://www.apta.com.es/index.php?option=com_content&task=view&id=46&Itemid=99
- NC ISO 12944-2:08 Pinturas y Barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas protectores de pintura. Parte 1 a la 8.

ESTUDIO CINÉTICO DE LA INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO EN *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* POR ÁCIDO ACÉTICO, ACIDO LÁCTICO Y 5-HIDROXIMETIL FURFURAL

KINETIC STUDY OF *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* GROWTH IN THE PRESENCE OF THE INHIBITORS ACETIC ACID, LACTIC ACID AND 5-HYDROXYMETHYL FURFURAL

Tortoló, K.[1]; De Morais, M.A.[2]; García, R.[3]; Bell, A.[1]
(1) Departamento de Alcohol, Levadura y Alimento Animal, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), La Habana. keyla.tortolo@icidca.azcuba.cu
(2) Laboratorio de Genética de Microorganismos, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
(3) Departamento de Microbiología (ICIDCA)

RESUMEN

El ácido acético, ácido láctico y 5-hidroximetil furfural son compuestos encontrados durante la fermentación alcohólica de 1ra y 2da generación. Este trabajo evalúa mediante un análisis multifactorial, el efecto de estos compuestos sobre el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* a diferentes niveles y sus interacciones, considerando como niveles para el factor cepa a diferentes cepas aisladas de destilerías industriales de etanol cubanas. El estudio cinético se realizó mediante microcultivos en lector de microplacas, determinando como variable respuesta el crecimiento neto. La presencia de ácido acético, acido láctico y 5-HMF, así como la cepa de levadura empleada, resultaron efectos sginificativos sobre la multiplicación celular, resultando las cepas L/25-7-81 y L/25-7-90 las de mayor incremento de densidad óptica (DO) ante todas las condiciones evaluadas. De los inhibidores ensayados, el ácido acético fue el que mostró un efecto inhibitorio marcado para concentraciones de 1.5% v/v, alertando este hallazgo de la vigilancia que debe realizarse sobre la acidez volátil durante el proceso fermentativo.
PALABRAS CLAVE: ácido acético, ácido láctico, 5-hidroximetil furfural, *S. cerevisiae*, etanol

ABSTRACT

Acetic acid, lactic acid and 5-hydroxymethyl furfural are compounds founded during 1st and 2nd generation alcoholic fermentations. This work evaluated by multifactorial analysis, the effect of these compounds at different levels and its interaction on *Saccharomyces cerevisiae* growth; taking these profiles as selective approach for the isolation of high-performance yeasts from Cuban distilleries. Kinetic study was performed by microcultures in a microplate reader, taking net growth as dependent variable for selection. Different concentrations of acetic acid, lactic acid and 5-HMF, as well as yeast strain were assayed, resulting in the identification of L/25-7-81 and L/25-7-90 strains as the highest optical density (OD) increase in all evaluated conditions. Regarding the inhibitors, acetic acid showed the most prominent inhibitory effect at concentrations of 1.5 % v/v. This result warns that surveillance should be done over volatile acidity during fermentative process.
KEY WORDS: acetic acid, lactic acid, 5-hydroxymethyl furfural, *Saccharomyces cerevisiae*, ethanol

INTRODUCCIÓN

El etanol de segunda generación ofrece la oportunidad de ser producido a partir de materiales lignocelulósicos de un menor costo que las materias primas utilizadas en la producción de etanol por vías convencionales o de 1ra generación (1). La etapa de pretratamiento de la biomasa vegetal representa el mayor desafío técnico para la tecnología del alcohol celulósico, por la formación de compuestos inhibidores de la levadura durante la fermentación, tales como el ácido acético y el 5-hidroximetil furfural (5-HMF) (2). El ácido acético y el láctico, sin embargo se han identificado también durante el proceso de fermentación

alcohólica y su presencia en el mismo se ha asociado a contaminaciones bacterianas (3). Por su parte la presencia del 5-HMF se ha detectado en mieles cubanas y ha sido descrito como un compuesto como uno de los intermediarios más reactivos y el síntoma de deterioro más inmediato de los productos originales de las mismas, el cual se forma a partir de la descomposición de los azúcares reductores libres (4). Ante este panorama, resultaría interesante indagar sobre el efecto que tienen estos compuestos en la levadura de producción de alcohol *Saccharomyces cerevisiae*, particularizando el estudio con levaduras aisladas de destilerías industriales de etanol en varias localidades del país. De modo que el objetivo de este trabajo fue evaluar a través de un estudio multifactorial el efecto que tiene sobre el crecimiento de *S. cerevisiae* la adición de ácido acético, ácido láctico y 5-HMF a diferentes niveles, asi como sus interacciones. El estudio incluyó como los niveles del factor cepa, a las diferentes cepas de levaduras empleadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon las cepas identificadas como *Saccharomyces cerevisiae* mediante Sistema API ID32C L/25-7-12, L/25-7-77, L/25-7-79, L/25-7-80, L/25-7-81, L/25-7-82, L-25-7-86 y L/25-7-90 aisladas de fermentadores en diversas destilerías de etanol cubanas, y conservadas en la Colección de Cultivos ICIDCA.
A partir de cultivos agitados a 170 rpm en YPD durante 16 horas a 30°C, se realizaron microcultivos para los estudios de inhibición en un lector de microplacas Sinergy HT (Biotek, Suiza). Los 96 pocillos fueron inoculados estos a razón de un 10% (v/v) para un volumen final de 0.15 mL.
Todos los microcultivos contuvieron medio Base Nitrógeno para Levaduras (YNB) sin aminoácidos y glucosa como fuente carbonada (20 g/L). Para evaluar la influencia de los inhibidores sobre el crecimiento, el ácido acético y el ácido láctico se suplementaron a concentraciones de 0,5 (nivel medio) y 1,5% v/v (nivel alto) y el 5-HMF a 40 y 50 mM (nivel medio y alto respectivamente), todos con calidad grado reactivo. El control o nivel bajo consitio en el medio basal con glucosa sin inhibidores.
Los microcultivos fueron desarrollados en agitación constante a 30°C ajustando un pH de 4,5 ± 0,1. El crecimiento fue monitoreado cada 1 hora a través de mediciones de la DO a 600nm y la variable respuesta asumida para el análisis multifactorial fue el *Incremento en DO* a la hora 14 del crecimiento. Todas las condiciones se realizaron con dos réplicas biológicas.
El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) multifactorial y test de comparación de medias (HSD) para un 95 % de confianza, empleando el programa Statgraphics® Centurion versión XV. Este análisis permitió evaluar la influencia de los factores cepas e inhibidores (acético, láctico, 5-HMF) sobre la variable dependiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis multifactorial realizado mostró que el empleo de una determinada cepa *S. cerevisiae* fue significativo en cuanto al incremento celular medido como aumento de la turbidez en microcultivos de 14 horas de crecimiento (p= 0,0016). El efecto inhibitorio del ácido acético, ácido láctico y 5-HMF resultó de igual forma significativo sobre la variable respuesta (p= 0,0000 para los 3 factores); sin embargo no fueron detectadas interacciones entre los factores.
El análisis de los niveles del factor cepa detectó los mayores valores promedios de *Incremento en DO* en las cepas L-25-7-81 y L-25-7-90 , con valores de 0,86 y 0,88 respectivamente ante todas las condiciones evaluadas, con un 95% de confianza. Esto puede relacionarse con las caracteristicas específicas que posea cada cepa para adaptarse a diferentes condiciones estresantes. Se ha planteado que las diferencias fisiológicas entre especies de *S. cerevisiae* tolerantes al estrés dependen de la propia cepa (5).
Los microcultivos suplementados con ácido acético en el nivel alto (1,5% v/v) alcanzaron un valor medio de *Incremento en DO* de 0,19; valor diferente e inferior al ser comparado con los niveles medio y bajo, cuyos valores resultaron 1,01 y 1,00 respectivamente. Otros autores han informado acerca del efecto inhibitorio de este compuesto en fermentaciones con *S. cerevisiae* (6).
Algo similar ocurrió con el 5-HMF el que al nivel alto (50mM) resultó en un menor *Incremento en DO* (0,52), diferente e inferior (según test HSD) a los crecimientos obtenidos para los niveles medio y bajo, con

valores respectivos de *Incremento en DO* de 0,93 y 0,75. Estos resultados confirmaron que bajo las condiciones de este estudio, una concentracion de 50mM de 5-HMF resultó tóxica para los aislamientos de levadura evaluados.

En cuanto al ácido láctico se obtuvo que a los niveles de concentración alto y medio se alcanzaron incrementos en la turbidez de 0,79 y 0,90 respectivamente. Estos valores resultaron superiores y diferentes análisis del obtenido en las condiciones donde no se añadió este ácido orgánico (medio control). Estos resultados mostraron que para las cepas ensayadas, el ácido láctico en concentraciones de hasta un 1.5 % v/v, lejos de ser inhibitorio, puede constituir una fuente carbonada asimilable en forma de co-sustrato con fuentes universales como la glucosa y de esta forma verse estimulado el crecimiento.

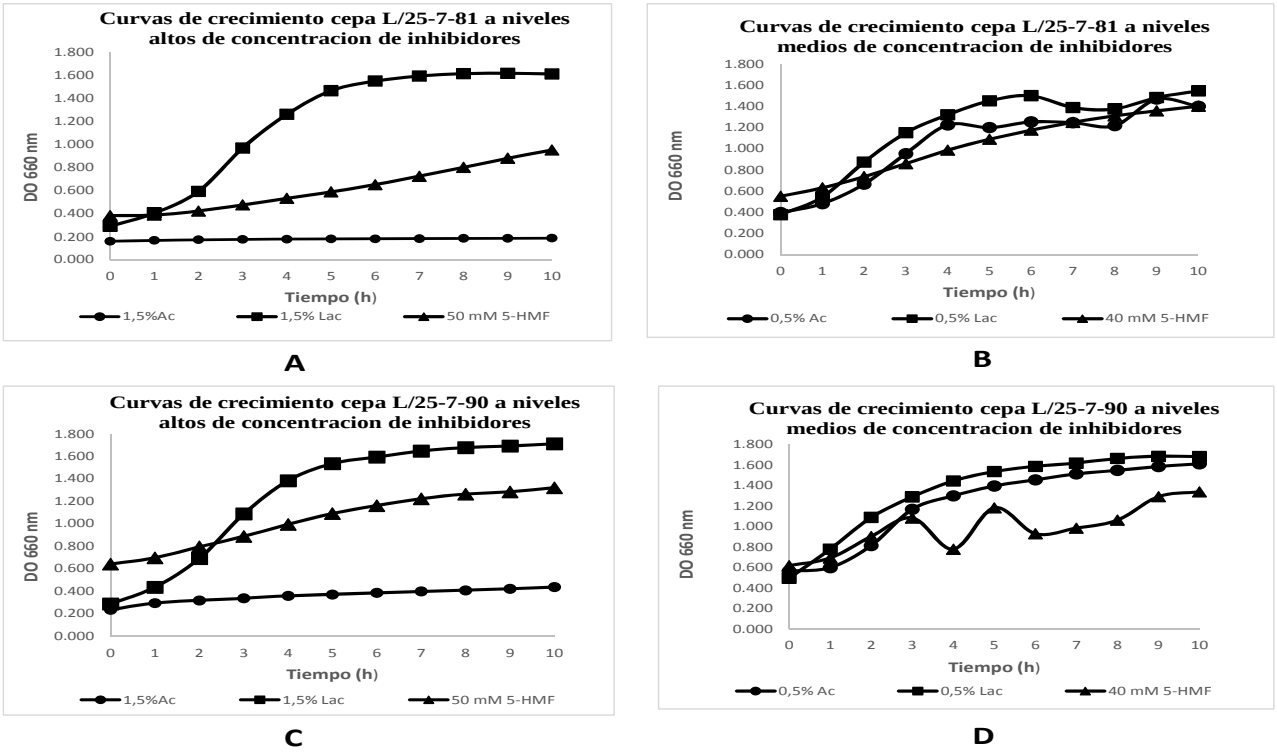


Figura 1. Cinética de crecimiento de las cepas L/25-7-81 (A y B) y L/25-7-90 (C y D) para los niveles altos y medios de los inhibidores evaluados. Se ilustra el promedio de dos réplicas biológicas con desviaciones estándares típicas menores a un 20%.

En la Figura 1 se muestran las curvas de crecimiento de las cepas L/25-7-81 (A y B) y L/25-7-90 (C y D) para los inhibidores ensayados en los niveles medio y alto. Se observa en la misma el efecto inhibitorio de la concentración mayor de ácido acético (1,5% v/v) para ambas cepas. Otros autores han informado que a concentraciones de este compuesto superiores a 20mM y hasta 100mM disminuyen las tasas de fermentación y la producción de etanol (6).

Se observa para estas dos cepas el efecto ya mencionado del ácido láctico en sus niveles alto y medio sobre la cinética del crecimiento, calculándose valores para la velocidad específica de crecimiento máxima ($\mu_{máx}$) de 0,33 h^{-1} y 0.29 h^{-1} para las cepas L/25-7-81 y L/25-7-90 respectivamente. A modo de comparación, en los microcultivos control (YNB + glucosa 20 g/L) el aumento de la multiplicación celular en el tiempo durante la fase exponencial del crecimiento exhibió valores promedio de 0,15 h^{-1} para la cepa L/25-7-81 y 0,08 h^{-1} para la L/25-7-90. Resultados similares son reportados por autores que han encontrado una alta inhibición de este compuesto a concentraciones de 4% p/v (7).

En el caso del 5-HMF a la concentración de 50mM se obtuvo un valor de $\mu_{máx}$ de 0,11 h^{-1} para la cepa L/25-7-90 muy similares a al obtenido para el medio sin inhibidores, ambos valores superados por otros autores

($0,29h^{-1}$) trabajando a concentraciones de 1,5 g/L para lo cual tiene que emplear cepas modificadas genéticamente para expresar tolerancia a este compuesto (8). Se detectaron fluctuaciones de la DO_{600nm} para la cepa L/25-7-81 en presencia de 40 mM de 5-HMF (B), lo que pudiera que bajo estas condiciones la cepa pueda comenzar a formar flóculos ante alguna variación fisiológica (pH, formación de metabolitos secundario, o el propio efecto del 5-HMF). A pesar de que no es objetivo de este estudio correlacionar el efecto del ácido acético, ácido láctico y 5-HMF con la formación de agregaciones celulares que conduzcan a fluctuaciones en la turbidez, apreciados a través de las mediciones de la DO_{600nm}; en futuros trabajos deberán desarrollarse experimentos que puedan confirmar estas especulaciones, respaldados en otros estudios que han descrito la influencia que sobre este fenómeno puedan tener disimiles condiciones desfavorables para el crecimiento de *S. cerevisiae* (9,10).

CONCLUSIONES

La presencia de ácido acético, láctico y 5-HMF como inhibidores, así como la cepa empleada resultaron factores sginificativos sobre la multiplicación celular en *Sacharomyces cerevisiae*. Las cepas L/25-7-81 y L/25-7-90 alcanzaron un incremento neto en biomasa superior ante todas las condiciones evaluadas. De los inhibidores ensayados el ácido acético fue el que mostró un efecto inhibitorio marcado para concentraciones de 1.5 % v/v, sin embargo la misma concentración de ácido láctico no denotó efecto inhibitorio bajo las condiciones evaluadas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado a través de una beca de corto término UNU-BIOLAC y soporte financiero del Proyecto Internacional FFPG-PNUD (INT/13/K08) otorgados a K. T. Agradecemos al Laboratorio de Genética de Microorganismos de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE-Brasil) por facilitar sus instalaciones durante la realización de todos los experimentos.

REFERENCIAS

1. Naik, S.N; Goud, V.; Rout, P.; Dalai, A. Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. Renewable and sustainable energy reviews, 2010, 14:578-597.
2. Martín, C.; Jönsson, L. Comparison of the resistance of industrial and laboratory strains of *Sccharomyces* and *Zygosaccharomyces* to lignocellulose derived fermentation inhibitors. Enzyme and Microbial Technology, 2003, 32: 386-395.
3. Franchi, M. A., G. E. Serra, and M. Cristianini. 2003. The use of biopreservatives in the control of bacterial contaminants of sugarcane alcohol fermentation. J. Food Sci. 68:2310–2315.
4. García, R; Otero, M.A. Almacenamiento de mieles: Reacciones de deterioro y sus consecuencias para el crecimiento microbiano. En: Aprovechamiento de las mieles de la caña de azúcar. Conocimientos y potencial. [CD-Rom]. Editorial ICIDCA, 2015. Pp 1-6. ISBN. 978-959-7165-45-3.
5. *Šuranská, H; Vránová, D; Omelková, J*. Isolation, identification and characterization of regional indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains. Brazilian Journal of Microbiology, 2016, 47: 181-190
6. Greetham D. Presence of Low Concentrations of Acetic Acid Improves Fermentations using *Saccharomyces cerevisiae*. J Bioprocess Biotech, 2014, 5: 192 doi: 10.4172/21559821.1000192
7. Graves, T; Neelakantam, V; Dawson, K, Power, R. Effect of pH and lactic or acetic acid on ethanol productivity by *Saccharomyces cerevisiae* in corn mash. J Ind Microbiol Biotechnol, 2006, 33: 469–474
8. Petersson, A; Almeida, J; Modig, T; Karhumaa, K. A 5-hydroxymethyl furfural reducing enzyme encoded by the *Saccharomyces cerevisiae ADH6* gene conveys HMF tolerance. *Yeast* 2006; 23: 455–464.
9. Dahiya, P; Bhat, D.S; Thakur, J.K. Expression of AtMed15 of *Arabidopsis* in yeast causes flocculation and increases ethanol production in yeast culture. Scientific Report, 2016, 6:27967 | DOI: 10.1038/srep27967
10. Soares, E. V. Flocculation in *Saccharomyces cerevisiae*: a review. *J. Appl. Microbiol*, 2011, 110**,** 1–18.

EFECTO DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS EN COMPOSITES PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRAS DE BAGAZO Y POLIETILENO RECICLADO

EFFECT OF NANOMATERIALS IN REINFORCED PLASTIC COMPOSITES WITH BAGASSE FIBERS AND RECYCLED POLYETHYLENE

Autores: Brown A.*, Leal J., Álvarez A., Pedroza R.[1], Pérez J.A, Gómez A., Rodríguez A., Reina M.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, Cuba.
[1] Universidad Iberoamericana de México.

RESUMEN

El estudio plantea ampliar la matriz productiva de los derivados de la producción azucarera con soluciones transferibles a las empresas generando nuevos materiales/productos comerciales con valor agregado, incorporando además el manejo integral de los residuos plásticos. Introduce el empleo de nanomateriales en las formulaciones de las granzas plásticas reforzadas con fibras de bagazo para incrementar las propiedades físico-mecánicas y las prestaciones de los nuevos composites.
Palabras Clave: composites, fibra de bagazo, nanomateriales, bentonita, zeolita

ABSTRACT

The study outlines to enlarge the productive of sugar cane derivatives with transferable solutions the industry generating new commercial materials with added value, also incorporating the integral handling of the plastic residuals. It introduces the nanomaterials employment in the formulations of the reinforced plastic screenings with bagasse fibers to increase the physique mechanics properties and the benefits of the new composites.
Key Words: composites, baggase fibers, nanomaterials, bentonite, zeolite.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de materiales compuestos ha demostrado que tanto los polímeros naturales como los sintéticos sufren con el tiempo algún tipo de degradación. Esta situación indeseable conduce al material compuesto “composite” a una pérdida de propiedades que limitan su aplicación. La transformación de los materiales compuestos a partir de la inclusión de fibras, aditivos y materiales nanoestructurados eleva el tiempo de vida útil de esto materiales[(1,2,3)]. El estudio propone sustituir polietileno importado (PEr) por el uso de polietileno reciclado de la industria nacional (PEn)[(2,4,5)]. Al igual que otras poliolefinas, el polietileno (PE) tiene la desventaja de ser susceptible a la degradación por luz, calor y oxígeno, siendo esta la causa que justifica la necesidad de *estabilizadores* y *antioxidantes* que garanticen su estabilidad (aditivos). Los materiales reducidos a la nanoescala pueden aportar propiedades muy diferentes a las que exhiben en una macroescala, posibilitando aplicaciones únicas solos o combinados con otros materiales. Esta razón justifica el estudio de zeolita y bentonita, para valorar el impacto de su influencia en las propiedades físico mecánicas del composite que se propone formular. El objetivo del estudio estuvo centrado en revalorizar el bagazo, reusar PEn e incidir en la búsqueda de mejores propiedades mecánicas a partir de la selección e inclusión de materiales nanoestructurados o mezclas de ellos[(6)], ajustando la relación carga/tamaño en todos los casos, beneficiando los procesos de inyección/extracción y moldeo de nuevos materiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio, se identificaron nanomateriales de uso común en el ICIDCA con prestaciones en la línea Fural para desarrollos estructurales: zeolita y bentonita. Fueron seleccionadas las fibras de bagazo desmedulado (FBD). El porcentaje de humedad medido en las fibras fue de 9.0% pero las fibras fueron secadas hasta valores cercanos al 2% de humedad para la formulación del composite.

Tabla 1. La caracterización del bagazo aporto los siguientes resultados:

Propiedad	Resultados
Humedad, %	9.0
Cenizas, %	1.2
(EtOH/Benceno), %	1.9
Celulosa, %	46.0
Lignina, %	23.3
Pentosanos, %	26.3

Pasado por malla de 1.5mm

La evaluación económica preliminar de esta propuesta considera el cálculo de los costos que introducen las materias primas utilizadas en cada formulación y los servicios públicos para la producción de los composites

CARACTERIZACIÓN DE LAS MATRICES PLÁSTICAS

Para la caracterización estructural del polietileno, los espectros se analizaron en un Espectrómetro FTIR modelo Vector 22 (Brüker Optik). Por Calorimetría Diferencial de Barrido (Mettler DSC 822, ASTM D 3418-12) se estudió con el grupo de trabajo de INTI (Argentina) la estabilidad térmica del PEn y el posible efecto de la presencia de impurezas durante el proceso de reciclaje en su temperatura de fusión. Se utilizó la Microscopia Electrónica de Barrido para caracterizar algunas de las materias primas y la influencia de los aditivos en la compatibilidad fibra-matriz. El equipo empleado fue un SEM HITACHI SU 3500. Se estudió La distribución de los tiempos de residencia (RTD) con las diferentes cargas de fibras, utilizando trazadores plásticos comerciales un régimen estacionario en términos de velocidad de flujo y presión.

RESULTADOS

- **ESPECTROSCOPIA INFRARROJA:** La estructura química se corresponde con la del polietileno virgen. No se evidenció la aparición de grupos cromóforos carbonilos (C=O) como resultado de la industria transformativa en el PEn, que como sabemos son grupos que pueden aparecer como impurezas incorporados a la cadena principal, capaces de absorber radiaciones en la región UV-visible, estimulando la fotodegradación directa.
- **CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO (DSC):** Se evidenció una transición endotérmica asociada a la temperatura de fusión de la matriz hacia los 132.63ºC, denotando la naturaleza aceptable de la matriz para los fines propuestos, al comparar este resultado con los reportes teóricos (130-135 ºC) referidos a su temperatura de fusión en estado virgen.
- **MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (SEN):** Las micrografías obtenidas por SEM demuestran que para el caso de los materiales donde no se adiciona agente de acoplamiento, la interacción fibra-matriz es más débil debido al carácter polar e hidrofílico de las fibras y apolar de las poliolefinas.

Formular el composite con FBD de 1,5mm, mejoró las propiedades mecánicas, incluso ante una mayor carga. Desde el punto de vista mecánico, al aumentar la relación de esbeltez L/D

aumenta el área de la superficie especifica disponible para transferir tensiones de la matriz a las fibras, aumentado el modulo. La distribución de los tiempos de residencia (RTD) con las diferentes cargas de fibras, utilizando trazadores plásticos comerciales fue desde 1.45-2.15 min.
Mezcla 1 (M-1): 30% FBD + **60% PEn** + 10% PEv + aditivos (Moldeo x inyección)
Mezcla 2 (M-2): 50% FBD + **45% PEn** + 5% PEv + aditivos (Moldeo x extrusión)
Estas formulaciones se trabajaron adicionando 2%, 4% y mezclas de Mnano.

ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICOS DE LAS PROBETAS FORMULADAS

Se formularon 10 probetas ALTER. Los ensayos de esfuerzo-deformación brindaron una valiosa información en cuanto a resistencia y tenacidad de los composites formulados. Cuando nos referimos a la resistencia en un composite, estamos vinculando esta propiedad mecánica a varios aspectos que definen su capacidad de soportar una fuerza o tensión determinada: resistencia tensil, a la compresión, a la flexión o la torsión. Tabla 2.

Tabla 2. Incorporando a la formulación 2% de Mnano.

Muestras	Probetas ensayadas con 2% de Mnano.						
Media, 10 mediciones	Flexión N/mm^2	Ef N/mm^2	Elongación %	Tracción N/mm^2	Et. N/mm^2	Elongación %	Dureza HB
Blanco PEn	8	933	17	33	1086	9	268
Bentonita	8	906	15	33	590	9	318
Zeolita	8	915	15	33	1157	8	88
Muestras	Probetas ensayadas con 4% de Mnano.						
Media, 10 mediciones	Flexión N/mm^2	Ef N/mm^2	Elongación %	Tracción N/mm^2	Et. N/mm^2	Elongación %	Dureza HB
Blanco PEn	8	933	17	33	1086	9	268
Bentonita	7	902	13	32	1019	10	49
Zeolita	8	902	17	31	971	8	70

La comparación entre las probetas ensayadas con Mnano demostró la influencia que ejercen cada uno de los materiales nanoestructurados en las propiedades medidas. En nuestro caso particular buscamos un material resistente a condiciones externas de exposición, que exhiba además una dureza aceptable sin llegar a un material quebradizo, resistente a la incidencia de los rayos UV e incluso, a condiciones naturales de salinidad, es lo que llamamos un composite activo/selectivo. Siguiendo el comportamiento físico mecánico aportado con los materiales empleados se formularon probetas con mezcla de 1% de zeolita + 1% de bentonita (Z1B). Se incorporó un 2% de esta mezcla a las formulaciones estudiadas. Los resultados alcanzados se reportan en la Tabla 3.

Tabla 3. Ensayo de probetas de PEn, M-1 y M-2 adicionando 2% de Z1B.

Muestras	Flexión (N/mm^2)	Ef (N/mm^2)	Elongación %	Tracción (N/mm^2)	Et. (N/mm^2)	Elongación %	Dureza HB
Blanco PEn	8	933	17	33	1086	9	268
PEn+2% Z1B	8	**942**	16	30	**2080**	7	273
M-1 +2% Z1B	10	**1294**	24	33	**1182**	9	107
M-2 +2% Z1B	10	**1505**	19	34	**1189**	7	102

La incorporación del 2% de Z1B mejora la resistencia a la tracción y la flexión para el PEn, demostrando el impacto que pueden incorporar los materiales nanoestructurados a la resistencia del composite, siempre que se compruebe mediante un estudio de las cargas, cuál debe ser la mejor combinación para lograr los objetivos deseados. Cuando analizamos los resultados de las mezclas M-1 y M-2 a partir de la incorporación de las cargas de FBD, el refuerzo se hace más

evidente, demostrando el aporte de las fibras de bagazo al incremento de la resistencia del composite.

CONCLUSIONES

1. La adición del 2% de Z1B a la formulación con PEn demostró un incremento en la resistencia del material a partir del incremento del módulo de Young, superando los valores alcanzados para la adición del 2% y el 4% de Mnano por separado.
2. Se demuestra que la combinación adecuada de FBD y Mnano pueden considerarse una opción para ampliar la matriz productiva de una Planta de Composites integrada a la rehabilitación de una planta de tableros, dando como resultado productos comerciales de interés para la industria transformadora de plásticos, susceptibles al mercado nacional y extranjero.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bledzki, A., & Faruk, O. (2004). Creep and impact properties of wood fibre-polypropylene composites: Influence of temperature and moisture content. *Composites Science and Technology, 64*(5), pp. 693-700.
2. Moya, C., Poblete, H., & Valenzuela, L. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de compuestos de polietileno reciclado y harinas de corteza y madera de *Pinus radiata* fabricados mediante moldeo por inyección. *Revista Maderas, Ciencia y Tecnología, 14*(1), pp. 13-29.
3. Ngueho, M., Koubaa, A., Cloutier, A., Soulounganga, P., & Wolcott, M. (2010). Effect of bark fiber content and size on the mechanical properties of bark/HDPE composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, vol.41*, pp. 131-137.
4. Yang, H., Kim, H., Park, H., Lee, B., & Hwang, T. (2006). Water absorption behavior and mechanical properties of lignocellulosic filler-poly olefin bio-composites. *Composite Structures, 72*(4), pp. 429-437.
5. Yeh, S.-K, Agarwal, S., & Gupta, R. (2009). Wood-plastic composites formulated with virgin and recycled ABS. *Composites Science and Technology, 69*(13), pp.2225-2230.
6. Zabihzadeh, M. (2010). Water uptake and flexural properties of natural filler/HDPE composites. *Bioresources, 5*(1), pp. 316-323.

EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO APLICADO AL BAGACILLO PARA SU USO EN FORMULACIONES DE ADITIVOS ZOOTÉCNICOS

EFFECT OF THERMAL TREATMENT APPLIED TO BAGACILLO FOR USE IN ZOOTECHNICAL ADDITIVE FORMULATIONS

Autor (es): Ing. Febles, D. J*, Ing. Ortega, J. C
Grupo de Análisis de Procesos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), MES. Calle 114 No. 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.Teléf.: 266-3396, 266-3350,266-3358
* dfebles@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

Actualmente se estudia la manera de controlar la actividad acuosa en formulaciones de aditivos zootécnicos en las que se emplea bagacillo estéril como soporte sólido. Se desconoce el efecto de la etapa de esterilización sobre la porosidad del soporte, por lo cual fue analizada la influencia del tiempo y temperatura de esterilización sobre la capacidad de retención de agua del sólido, esta última como una medida de la porosidad. Con un análisis de varianza se obtuvo que el factor tiempo y su propia interacción al cuadrado tienen una influencia estadísticamente significativa sobre la capacidad de retención de agua, mientras que la temperatura no produce variaciones significativas en las muestras. Se obtuvo un modelo de regresión para predecir el comportamiento de la variable respuesta bajo las condiciones estudiadas. Se definió como la condición óptima de operación el tratamiento por 15 minutos a una temperatura de 100ºC.

PALABRAS CLAVE: Bagacillo, capacidad de retención de agua, esterilización, porosidad

ABSTRACT

There are current studies analyzing how to control aqueous activity in formulations of zootechnical additives in which sterile bagasse is used as a solid support. The effect of sterilization on the porosity of the support is unknown, so the influence of sterilization time and temperature on the moisture and water retention capacity of the solid was analyzed, the latter being a measure of the porosity. Twelve models were adjusted to three drying isotherms to predict moisture behavior. The best adjustments were presented by the Midilli models at 40 ° C, and Page at 70 ° C and 100 ° C. With an analysis of variance it was obtained that the time-squared factor has no statistically significant influence on water retention capacity and humidity. Regression models were obtained to predict the behavior of the response variables under the conditions studied

KEY WORDS: Cane bagasse, water retention capacity, sterilization, porosity

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una línea de investigación, encaminada a obtener formulaciones de aditivos zootécnicos utilizando controladores de la actividad del agua y bagacillo como soporte o matriz sólida, por ser un material que ha sido utilizado en otras investigaciones sobre alimentación animal, con buenos resultados (1)..Este es un residual de la industria azucarera altamente poroso, con un contenido elevado de humedad y una alta carga microbiana. Al utilizarlo en los formulados de aditivos zootécnicos, se pretende aprovechar la elevada capacidad de adsorción y retención de agua, además de su superficie, para una mejor acción de los

represores en la disminución de la actividad de agua. Para las formulaciones se requiere que la matriz sea inocua, que aporte la menor cantidad de humedad posible y garantice la mayor superficie de contacto entre los represores y las moléculas de agua del medio circundante. Para utilizarlo en formulados de aditivos zootécnicos, es necesario someter al bagacillo a un proceso de secado y esterilización sin que se afecten la propiedades físico-químicas del mismo. En investigaciones realizadas recientemente se encontró que la esterilización con vapor de agua en autoclave no es recomendable, porque produce una humectación del material sólido y se debe aplicar una operación de secado posterior, la cual se hace compleja por la necesidad de mantener condiciones asépticas. En otras etapas se empleó calor seco en el proceso de acondicionamiento de bagacillo para disminuir la carga microbiana. Con este procedimiento se encontró que el bagacillo se mantiene seco, disminuye totalmente su carga microbiana, pero cambia considerablemente su textura y coloración. Hasta el momento se desconoce si el empleo de tiempos prolongados y elevadas temperaturas de acondicionamiento, producen una compresión de los poros abiertos del material y por tanto una afectación en la capacidad de adsorción de agua. No se ha determinado si dichas condiciones afectan la estructura del sólido y por tanto la superficie de contacto que la matriz debe garantizar, entre los represores de los formulados y las moléculas de agua. Si se afecta la estructura del material entonces se estará afectando su funcionalidad como represor físico de la Aw y soporte en formulaciones de aditivos zootécnicos. Por tal motivo con el estudio se pretende determinar la influencia del tiempo y temperatura del proceso de tratamiento térmico aplicado al bagacillo, sobre la humedad y capacidad de retención de agua del sólido, esta última como una medida de la porosidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar contenido de humedad, sólidos totales, volátiles y cenizas del bagacillo se utilizó un método gravimétrico estandarizado(2). El análisis se realizó por triplicado. Para la selección de las muestras se aplicó una técnica de cuarteo con el objetivo de obtener muestras representativas del sólido.

Para la determinación de la densidad aparente y la porosidad del bagacillo se aplicó un procedimiento estandarizado(3).

Para analizar la influencia de la temperatura y el tiempo del tratamiento térmico sobre la estructura del bagacillo se aplicó un diseño de experimentos. Como variable respuesta se analizó la capacidad de retención de agua, esta última como una medida del comportamiento de la porosidad durante el proceso de esterilización y secado. Con el empleo del software Statgraphics Centurion XV se obtuvo un diseño factorial 32, del tipo superficie de respuesta, con una réplica, para un total de 18 corridas experimentales, donde se estudió al factor tiempo a los niveles de 11, 61,5, 108 minutos a las temperaturas de 40ºC, 70ºC y 100ºC. Estos niveles fueron obtenidos a partir de la obtención, de la cinética de secado a las temperaturas reportadas, de los tiempos a los cuales se alcanza la humedad de equilibrio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados de la determinación de sólidos totales (%ST), sólidos volátiles (%SV), cenizas (%CZ) , la humedad inicial (%x), expresados en por ciento en base húmeda, asi como la porosidad y la densidad aparente del bagacillo.

Tabla I. Propiedades físico-químicas de bagacillo

Muestras	%ST	%SV	%CZ	%x	Porosidad	Densidad aparente (kg/m3)	Capacidad de retención de agua (mL/g)
Bagacillo	52,57	48,85	3,71	47,43	0,8	187	9,7

Como se observa el bagacillo contiene una elevada humedad por lo que requiere de un tratamiento para disminuir este parámetro al máximo para poder ser empleado como soporte en las formulaciones de aditivos

zootécnicos. El contenido tan alto de agua permite la proliferación de microorganismos con relativa facilidad, por lo que el tratamiento térmico debe servir para la esterilización del material(4).
A partir del diseño experimental obtenido con el uso del software STATGRAFICS CENTURION XVI se observó que solo el factor tiempo de forma independiente y su propia interacción presentan un valor P inferior a 0,05, lo que indica que producen diferencias estadísticamente significativas en las muestras según se expone en la Tabla II. El resultado obtenido indica que los procesos de tratamiento térmico del bagacillo pueden realizarse a cualquier condición de temperatura estudiada sin que este factor afecte significativamente la porosidad del material.

Tabla II. Análisis de Varianza para capacidad de retención de agua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiemp	11,9201	1	11,9201	8,73	0,0120
B:Temp	0,330008	1	0,330008	0,24	0,6318
AA	7,14671	1	7,14671	5,24	0,0411
AB	0,495013	1	0,495013	0,36	0,5582
BB	2,75007	1	2,75007	2,01	0,1812

Según el análisis el coeficiente de determinación indica que el modelo, así ajustado, explica 58 % de la variabilidad de la capacidad de retención de agua. El estadígrafo Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos. Puesto que el valor-P para este coeficiente es mayor que 5%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5%.
Con el estudio se obtuvo el siguiente modelo, eliminando los efectos que no tuvieron influencia significativa sobre la variable respuesta.

Capacidad de retención = 12,9613 – 0,0974702*Tiempo + 0,000618183*Tiempo^2 ecuación 1

Al optimizar la respuesta se obtiene un máximo de la capacidad de retención de agua de aproximadamente 12 mL/g a la condición de 100ºC y 15 minutos de tratamiento. Es necesario determinar experimentalmente si la mejor condición de operación garantiza la esterilización del material.

CONCLUSIONES

1. A partir de la aplicación de un diseño de experimentos se encontró que la temperatura de tratamiento térmico, para las condiciones analizadas, no presenta una influencia estadísticamente significativa sobre la capacidad de retención de agua.
2. El factor tiempo y su propia interacción son los que producen variaciones significativas desde el punto de vista estadístico entre las muestras de bagacillo tratadas.
3. La mejor variante para llevar a cabo el tratamiento térmico del bagacillo, bajo las condiciones estudiadas, está constituida por un tiempo de 15 minutos a 100ºC.

REFERENCIAS

1. Silvera GS, Tellez VC, Oliva RR. Empleo de una mezcla secada al sol de Saccharomyces cerevisiae con bagacillo de caña en dietas para gallinas ponedoras. Producción Animal. 2003;15:1-3.
2. Sluiter A, Hames B, Hyman D, Payne C, Ruiz R, Scarlata C, et al. Determination of total solids in biomass and total dissolved solids in liquid process samples. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, NREL Technical Report No NREL/TP-510-42621. 2008:1-6.

3. Rosabal J, Valle M. HidrodinÃ¡mica y separaciones mecánicas. Editorial Pueblo y Educación. 1989;1.
4. Valiño E, Elías.A., Torres.Verena, Albelo.Nereida. Estudio de la carga microbiana en el bagazo de caña de azúcar fresco como sustrato para la alimentación animal, mediante fermentaciones en estado sólido. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2002;43(4).

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE CEPAS DE *AURICULARIA AURICULA* PARA TRANSFORMAR RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS

ISOLATE AND IDENTIFICATION OF *AURICULARIA AURICULA* STRAINS TO TRANSFORM LIGNOCELLULOSIC RESIDUE

Rosero, E.[1,2], Dustet J. C.[2]*

[1]Universidad Técnica de Manabí, Av. Urbina y Che Guevara, Portoviejo, Manabí, Ecuador, [2]Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Avenida 114 # 11901 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana
*e-mail: jcdm@quimica.cujae.edu.cu

RESUMEN

Auricularia auricula, conocida como oreja de Judas, es un hongo comestible del grupo de hongos de pudrición blanca, considerado mucho tiempo como la comida de la salud. En esta investigación se aislaron seis cepas de *Auricularia auricula* de las zonas subtropicales de Ecuador con el objetivo de aplicarlas en la transformación de residuos agroindustriales lignocelulósicos. La cepa UTM-aa-b-033112 fue la que mostró más rápido crecimiento, con un promedio de colonización de 1,61mm de micelio por hora en agar papa dextrosa. Se estudió el crecimiento de esta cepa en tres residuos lignocelulósicos, entre estos bagazo de caña de azúcar, preseleccionados en función de los niveles de lignina y celulosa y por el alto impacto que tienen como contaminantes del medio ambiente en los casos de los residuos de frejol y trigo. Los mejores resultados se obtuvieron con el bagazo de caña y el menor tiempo de colonización ocurrió con tamaños de partículas entre 11,8 y 0,15mm.
Palabras clave: *Auricularia auricula*, bagazo de caña de azúcar, lignocelulosa.

ABSTRACT

Auricularia auricula, known as the Judas ear is a edible fungi from the White rot fungi group, has been considered for very time as the food of health. In this work were isolated six strains of *Auricularia auricula* from the subtropical zones in Ecuador with the aim to apply these in the transformation of lignocellulose agro industrials residues. The strain UTM-aa-b-033112 shows the faster growth with a mean colonization's rate of 1.61mm of mycelia per hour in potato agar dextrose. The growth of this strain was studied in tree lignocellulose residues, one of this sugar cane bagasse pre-selected as a function of the lignin and cellulose contain and due to large impact as environmental contaminants in the case of bean and wheat residues. The best results were obtained with sugar cane bagasse and the lowest colonization time occurs with particle sizes between 11.8 and 0.15mm.
Key words: *Auricularia auricula*, sugar cane bagasse, lignocellulose.

INTRODUCCIÓN

Auricularia auricula es un hongo basidiomiceto del orden *Auriculariales*, familia *Auriculariaceae*, especie *auricula*, conocido como "Oreja de Judas", [1], explotado por su gran número de atributos útiles en la industria farmacéutica, alimenticia y ambiental [2]. Las especies de hongos reconocidas como de "pudrición blanca" son consideradas las más eficientes descomponedores de madera duras y otro tipo de material lignocelulósico natural como los residuos agrícolas [3, 4]. Dichos residuos son fuentes, importantes por su contenido de azúcares, pigmentos, fibra alimentaria, proteína, polifenoles, lignina, entre otros y representan

contaminantes ambientales en muchos casos. En la literatura hay muy pocos trabajos informados sobre el uso de la especie *Auricularia auricula* en la transformación de materiales lignocelulósicos. La presente investigación tiene como objetivo mostrar la capacidad de la especie *Auricularia auricula*, de cepas aisladas en las zonas tropicales de Ecuador de transformar residuos lignocelulósicos de la agroindustria ecuatoriana tales como el bagazo de caña de azúcar y residuos de las cosechas de frejol y trigo, causantes de problemas ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las seis cepas de *A. auricula* fueron aisladas en la Sierra ecuatoriana Imbabura a partir de cuatro muestras (A, B, C y D) de cuerpos fructíferos, según [5], y conservadas en agar papa dextrosa (PDA) a 4°C. El aislamiento se realizó inoculando un fragmento de la zona del píleo en cajas Petri con el medio de cultivo seleccionado. Se establecieron inicialmente 12 placas Petri (3 repeticiones por muestra recolectada), las siembras previamente etiquetadas se dejaron en una incubadora MEMMERT 100-800 a 26,5 °C, durante 7 días [6]. Las placas con crecimientos presuntivos, colonias con micelio color blanco sin presencia de contaminación fueron seleccionadas para posterior purificación, la cual se realizó mediante la técnica de resiembras sucesivas [7]. Los hongos presuntivos de *A. auricula* se identificaron taxonómicamente con la ayuda de guías especializadas, diferenciando entre especies por las relaciones filogenéticas, tomando en cuenta características macro y microscópicas según [8].

Para identificar y seleccionar la cepa de mayor velocidad de crecimiento en el medio sólido (PDA), se propagaron las cepas seleccionadas, en cajas Petri de 9,5 cm de diámetro, manteniendo constantes la temperatura (26,5°C) y una humedad relativa de la cámara de incubación entre 65% y 75% [9]. La variable de respuesta (velocidad en mm h^{-1}) se determinó mediante el cálculo del promedio del tamaño del halo de crecimiento (L1+L2/2), mediante la medición en dos direcciones cada 12 horas con la ayuda de un calibrador vernier manual [10], adicionalmente se registraron visualmente valores de densidad del micelio en placa y del tiempo total de colonización de la placa.

Se evaluaron tres residuos agroalimentarios (frejol, bagazo de caña de azúcar y trigo). Los sustratos se transformaron mediante procesos de fermentación en estado sólido en envases plásticos estériles de 250mL como biorreactores con 30 gramos de sustrato solido seco. La inoculación se realizó con una concentración de 3,6 x 10^5 esporas/g de sólido seco inicial. La humedad inicial de los sustratos fue entre 60% y 65% [3]. La fermentación se mantuvo durante 96 días. Se midieron las velocidades de colonización y formación de primordios en $días^{-1}$. La humedad relativa de la cámara de incubación se mantuvo en un intervalo entre 55% y 75%. Se disminuyó el tamaño de las partículas de los sustratos con la ayuda de un procesador de alimentos marca Proctor Silex de 60 Hz, durante un tiempo de 30 s. Luego se sometieron a cribado en un agitador orbital mecánico RO-TAP™ por un periodo de 3 minutos a 60 min^{-1}, usando un juego de cribas metálicas de diámetros, establecidos según la norma ecuatoriana NTE INEN 0154. Se clasificaron dos grupos en relación al tamaño de partícula, sustrato menor que 47,5mm y mayor que 11,8mm y sustrato menor que 11,8mm y mayor que 0,15mm.

En el experimento de aislamiento, purificación y selección de la mejor cepa, se compararon los mejores promedios de los valores medidos en las placas Petri, todas las muestras se tomaron por triplicado. Para el análisis estadístico de la selección de los sustratos más adecuados se utilizó un diseño multifactorial categórico, con dos factores: tamaño de partícula (2 niveles) y tipo de sustrato (tres niveles), y tres repeticiones por tratamiento para un total de 18 corridas en el diseño. Se usó el software Statgraphics Centurion versión 15.1.0.2. El crecimiento se evaluó durante el periodo que el microorganismo colonizó por completo el sustrato y se observó la presencia de primordios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron seis cepas identificadas de *Auricularia auricula* las cuales presentaron buena adaptación al medio PDA y no presentaron contaminación. En la tabla I se muestran los resultados.

Tablas I. Velocidades de colonización (mmh^{-1}) observadas en placas Petri con PDA como sustrato

Cepa (UTM)	Densidad superficial del micelio[a]	Colonización total de la placa (Días)	Velocidad de colonización (mmh^{-1}), crecimiento del micelio								Promedio	
			12 h		24 h		36 h		48 h			
aa-a-033112	++	2,9	1,37	±0,032	1,46	±0,003	1,34	±0,007	1,27	±0,004	1,36	±0,08
aa-a2-033112	++	2,9	1,37	±0,010	1,46	±0,004	1,33	±0,017	1,25	±0,013	1,35	±0,09
aa-d-033113	+	3,3	1,07	±0,270	1,01	±0,006	1,12	±0,006	1,17	±0,002	1,09	±0,07
aa-b-033112	+++	2,8	1,60	±0,122	2,01	±0,005	1,63	±0,002	1,22	±0,001	1,61	±0,32
aa-c-033113	++	2,6	1,48	±0,164	1,62	±0,003	1,46	±0,002	1,49	±0,002	1,51	±0,07
aa-a3-033112	+	3,2	1,22	±0,148	1,38	±0,005	1,24	±0,001	1,07	±0,001	1,23	±0,13

[a] Grado de densidad del micelio una vez colonizada la placa; + baja densidad, ++ densidad aceptable, pero no uniforme, +++ densidad aceptable y uniforme. [b] Colonización completa

La cepa UTM- aa-b-033112 fue la de más rápido crecimiento, con un promedio de colonización 1,61 mm de micelio por hora. En [6] se menciona que el metabolismo de *Auricularia auricula* es comparable con el de *Pleurotus spp*, *Lentinula* y *Tremella*, es así que los valores de velocidad encontrados se pueden comparar con otros estudios realizados para los mencionados hongos. Para cepas de *Pleurotus spp.* evaluadas en Agar extracto de malta y de *Lentinula edodes* sobre medio Agar levadura extracto de avena se informan valores de $0{,}595 mmh^{-1}$ y $0{,}678 mmh^{-1}$ respectivamente para las velocidades de colonización [3], estos dos valores de referencia son menores que la velocidad observada para la cepa UTM-aa-b-033112 usada en la investigación. Cabe mencionar que los medios son diferentes y esto puede ser uno de los factores por el cual las velocidades de colonización son diferentes.

Solo se observó colonización importante por *Auricularia auricula* UTM-aa-b-033112 en el bagazo de caña y en los residuos de frejol, por otra parte en los residuos de trigo se observó un crecimiento casi nulo. En la tabla II se muestran los resultados sobre el crecimiento en los sustratos lignocelulósicos.

Tabla II. Resultados de los valores medidos para el tiempo de colonización y formación de primordios de la cepa UTM-aa-b-033112 sobre los sustratos.

Tratamiento	**Densidad superficial del micelio[a]**	**Colonización total del sustrato[b] (días)**		**Inicio de la formación de primordios[c] (días)**	
S1T1	++	19,7	±2,1	83,0	±3,6
S1T2	+++	23,0	±2,0	79,3	±2,1
S2T1	+	34,7	±2,1	90,7	±2,5
S2T2	++	29,3	±1,5	88,7	±3,5
S3T1	+	93,0	-	96,0	-
S3T2	+	88,0	±1,4	0,0	-

[a] Grado de densidad del micelio una vez colonizada la placa; + baja densidad, ++ densidad aceptable pero no uniforme, +++ densidad aceptable y uniforme. [b] Colonización completa. [c]Tiempo inicial de la formación de primordios. S1: bagazo, S2: frejol, S3: trigo, T1: tamaño de partículas mayores, T2: tamaño de partículas menores

La cepa de *Auricularia auricula* seleccionada fue capaz de crecer en todos los sustratos evaluados. Sin embargo, en bagazo de caña presentó la velocidad de crecimiento (19 dias en promedio) y densidad de micelio más alta. Según el análisis de varianza para un 95% de confianza existen diferencias entre el tipo de sustrato, es decir esta variable influye en la velocidad de colonización de *Auricularia auricula*. Los tiempos de colonización del sustrato por el micelio obtenidos bagazo de caña son comparables con los informados por otros autores con otras especies de hongos y otros sustratos diferentes de los usados aquí [11, 12]. En relación al tamaño de partícula T1 (menor que 47,5mm y mayor que 11,8mm), T2 (menor que 11,8mm y mayor que 0,15mm), se observó que influye estadísticamente en el tiempo de colonización para un mismo sustrato, aunque esta influencia no es grande. Una de las razones principales por las cuales exite diferencia entre las velocidades de colonización, puede ser el perfil de lignina y celulosa de los sustratos, como lo mencionan [3] y [4]. Los residuos de frejol y de trigo, presentan en su composición menos celulosa y lignina que el bagazo de caña de azúcar.

CONCLUSIONES

Se aislaron e identificaron seis cepas de la especie *Auricularia auricula* que crecían en la Sierra ecuatoriana Imbabura. La cepa UTM-aa-b-033112 fue la seleccionada por presentar la velocidad de crecimiento mayor en agar papa dextrosa. Esta cepa es capaz de crecer en bagazo de caña de azúcar y residuos de frejol, ambos residuos de importancia en Ecuador por su gran disponibilidad.

REFERENCIAS

1. Sánchez, C. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnology Advances, Volume XXVII*, 185-194, 2009.
2. Moore, D., & Chiu, S.-W. Fungal products as food. En K. Hyde, & S. Pointing, *Bio-Exploitation of Filamentous Fungi*. Hong Kong: Reprint, 2011. 223-251.
3. Pineda, J. Desarrollo de una tecnología para la producción a pequeña escala de la biomasa del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Tesis de Doctorado. Universidad Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", 2014.
4. Andino, A., Morte, A., & Honrubia, M. Caracterización y cultivo de tres cepas de *Pleurotus eryngii* (Fries) Quélet sobre sustratos basados en residuos agroalimentarios. *Anales de Bioilogía*, volumen 33: 53-66, 2011.
5. Hernández, A. *Microbiología Industrial.* San José: EUNED, 2003.
6. Chang, Shu-Ting, & Miles, P. *Mushrooms, Effect, and Environmental Impact Cultivation, Nutritional Value, Medicinal.* Florida: Boca Ratón, 2004.
7. Dominguez, D., Vazquez, H., Reyes, H., Arzaluz, B., & Martinez, A. Aislamiento y purificación del hongo ectomicorrízico Helvella lacunosa en diferentes medios de cultivo. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 51-59, 2013.
8. Montoya, A., Hayakawa, H., Minamya, Y., & Fukuda, T. Phylogenetic relationships and review of the species of *Auricularia* (fungi: basidiomycetes) in Colombia. *Botánica Sistemática*, 55-66, 2011.
9. Luo, X. Biology of artificial log cultivation of *Auricularia* mushrooms. *1st International conference, Mushroom biology and mushroom products*. Hong Kong: Chinese University Press, 1993, 129-132.
10. Luna, L. *Estudio de la actividad lignocelulósica del hongo Pleurotus ostreatus sobre rastrojo de cebada.* Montecillo: Colegio de postgraduados, 2007.
11. Narh D. L. y col. The efficacy of sorghum and millet grains in spawn production and carpophore formation of *Pleurotus ostreatus*. International Food Research Journal Volume 18 (3): 1092-1097, 2011.
12. Mshandete A., Cuff J. Cultivation of three types of indigenous wild edible mushrooms: *Coprinus cinereus, Pleurotus flabellatus* and *Volvariella volvocea* on composted sisal decortications residue in Tanzania. African Journal of Biotechnology Volume 7 (24): 4551-4562, 2008.

PROCESO FERMENTATIVO PARA OBTENER ALIMENTOS ENSILADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

FERMENTATE PROCESS TO OBTAIN SILAGE FOODS WITH AGROINDUSTRIAL BYPRODUCTS

Autores: García-Hernández[1*], Y., González-González[2], L., Sosa-Cossio, D.[1] y Dustet-Mendoza, J.C.[2]

[1]Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
[2]Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Calle 127 s/n Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.
*e-mail: yaneisyg@ica.co.cu

RESUMEN

El objetivo fue estudiar la fermentación que ocurre durante la obtención de alimentos ensilados, con boniato o plátano y otros subproductos agroindustriales, destinados a la producción animal. Para esto se realizó un experimento según diseño completamente aleatorizado con cinco repeticiones. El proceso de cada variante, desarrollado en frascos de vidrio, se monitoreó hasta 168 horas y se detectaron diferencias para el peso específico, materia seca, materia orgánica, cenizas y contenido de macrominerales, mientras que la fibra bruta no varió. La proteína bruta de los alimentos fue de 9,83 y 9,38 % y la concentración de ácido láctico de 236,74 y 169,76 mg/mL, respectivamente. Las bacterias lácticas incrementaron en el proceso con boniato, mientras que las levaduras incrementaron en ambos alimentos. Se concluye que el proceso fermentativo con cada fuente amilácea posibilita la obtención de alimentos alternativos, que por sus aportes nutricionales pueden ser empleados en la producción animal.
PALABRAS CLAVE: boniato, plátano, miel de caña de azúcar, vinaza, crema *Saccharomyces*

ABSTRACT

The aim of this work was to study the fermentation that occurs during the production of silage food, with sweet potato or banana and other agroindustrial byproducts, for animal production. For this, an experiment was conducted with completely randomized design and five replications, where glass bottles of 500 mL as experimental units were used. The process of each variant, development in glass bottles, was monitored up to 168 hours and differences for the specific weight, dry matter, organic matter, ash content and macrominerals, were detected while crude fiber unchanged. The crude protein of the food with sweet potato and banana was 9.83 and 9.38 % and the lactic acid concentration was between 234.74 and 169.76 mg/mL, respectively. The lactic bacteria increased in the sweet potato process, while yeasts increased in both foods. It is concluded that the fermentation with each amylaceous source makes possible to obtain of alternative foods, which for its nutritional value can be used in animal production.
KEY WORDS: sweet potato, banana, molasses, vinasse, *Saccharomyces* cream.

INTRODUCCIÓN

Continuamente se estudian y proponen nuevos alimentos alternativos para la producción animal, que contribuyan a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos y al saneamiento del medio. En múltiples ocasiones, se emplean productos locales y subproductos agroindustriales disponibles, que sometidos a procesos biotecnológicos permiten la obtención de estos nuevos alimentos. Un ejemplo de lo anterior es el

Alimento Ensilado Cubano, que se obtiene de ensilar la mezcla de boniato (*Ipomoea batata*), miel B de caña de azúcar, vinaza de destilería concentrada y crema de *Saccharomyces cerevisiae*. Alimento alternativo que se empleó satisfactoriamente en la alimentación de cerdos con beneficios económicos (Lezcano *et al*. 2015). Sin embargo, no existe abundante información del proceso fermentativo que ocurre durante su obtención y, por otra parte, se podrían emplear otras fuentes amiláceas como el plátano para obtener variantes de este alimento ensilado, teniendo en cuenta que las disponibilidades de cada vianda varían según la región del país. De ahí que el objetivo del presente trabajo fue estudiar el proceso fermentativo que ocurre durante la obtención de alimentos ensilados con boniato o plátano y otros subproductos agroindustriales destinados a la producción animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Producción de Alimentos del Instituto de Ciencia Animal (Mayabeque, Cuba). Como unidades experimentales, se utilizaron frascos de vidrio de 500 mL de capacidad, distribuidos según diseño completamente aleatorizado. Los alimentos se elaboraron según *know-how* en patente con Resolución de concesión No.4155/2016 (OCPI, Cuba). Para esto, el boniato y el plátano se molieron hasta alcanzar un tamaño de partículas 3±1 mm en un molino de martillo (PROMIL, Francia) y se mezclaron con crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, miel B de caña de azúcar y vinaza concentrada, según la variante en estudio y la composición que forma parte del *know-how* descrito en la patente antes mencionada. Las características de las fuentes utilizadas fueron:

Boniato: con menos de 1 % de tierra y suciedad; sin tetuán (*Cylas formicarius*); 29.89 % de materia seca; 6.63 % de cenizas; 6.12 % de proteína bruta; 4.68 % de fibra bruta; 0.17 % de calcio; 0.03 % de fósforo; 0.17 % de magnesio y 0.23 % de potasio;

Plátano: verde; 24,71% de materia seca; 4,51% de cenizas; 8,82% de proteína bruta; 5,95% de fibra bruta; 0,28% de calcio; 0,04% de fósforo; 0,27% de magnesio y 0,24% de potasio;

Crema *S. cerevisiae*: tratada térmicamente; con 5,12% de materia seca; 19,37% de cenizas; 5,01% de proteína bruta; 3,52% de calcio; 1,37% de fósforo; 0,78% de magnesio; 3,13% de potasio; 3,54 de pH; 4,5 sólidos solubles totales (°Brix); 19,19 mg/mL de ácido láctico y 1,002 g/mL de peso específico;

Miel B: 81 ºBrix; 67 % de materia seca; 8,29% de cenizas; 4,28% de proteína bruta; 1,00% de calcio; 0,09% de fósforo; 0,27% de magnesio; 1,93% de potasio y 1,38 g/mL de peso específico;

Vinaza concentrada: proveniente de la ronera “San José Havana Club International”; con 36 ºBrix; 29,77% materia seca; 27,37% de cenizas; 13,57% de proteína bruta; 2,89% de calcio; 0,37% de fósforo; 1,01% de magnesio; 4,77 de pH; 1,04 g/mL de ácido láctico; 1,17 g/mL de peso específico; $3x10^7$ ufc de bacterias lácticas/mL y $2,67x10^7$ ufc de levaduras/mL.

Después del mezclado de las materias primas, los frascos se incubaron a temperatura ambiente (28±2ºC) y el proceso de fermentación se monitoreó hasta 168 horas (0, 24, 48, 72, 96, 120 y 168 horas). Se emplearon cinco frascos (repeticiones) por hora de fermentación. Las muestras de los alimentos se tomaron cada 24 horas para determinar los indicadores ºBrix y pH. A las 0, 72 y 168 horas se determinó porcentaje de materia seca, materia orgánica, cenizas, fibra bruta, macrominerales (calcio, fósforo, potasio y magnesio) y peso específico (g/mL). La concentración de bacterias lácticas y levaduras, expresada en unidades formadoras de colonia por gramo de alimento (ufc/g), se determinó solo a las 0 y 168 horas. Además, a las 168 horas, se determinó el porcentaje de proteína bruta y la concentración de ácido láctico (mg/mL).

El pH se midió en pH-metro digital (Sartorius, Alemania) de precisión ± 0,01 unidades. Los °Brix se midieron en un refractómetro visual y el porcentaje de materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra bruta y macrominerales se determinaron según AOAC (1995). La concentración de ácido láctico se determinó por cromatografía líquida de alta eficiencia en un equipo YL-9100 (Korea), y la concentración de bacterias ácido lácticas y levaduras se determinó por observación del crecimiento de colonias en los medios agar Rogosa (Oxoid, UK) y agar Sabouraud (Biolife, Italia), respectivamente. La técnica de cultivo fue la siembra de las diluciones seriadas de las muestras en placas petri con los medios selectivos. Las placas inoculadas se

incubaron de 24-48 horas a 37ºC para lactobacilos y 30ºC para levaduras. Se empleó como diluyente solución salina (0,85%, p/v).

Los resultados experimentales se analizaron con el paquete estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al*. 2012). La dócima de comparación de Duncan (1955) se empleó, en los casos necesarios, para discriminar diferencias entre las medias. En el caso de los conteos de microorganismos, los datos no siguieron la distribución normal por lo que se transformaron según logX.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra las variaciones de la composición química y el peso específico durante el proceso fermentativo para la obtención de los alimentos ensilados con boniato y plátano, respectivamente. En ambos casos, se detectaron diferencias para el peso específico y porcentaje de materia seca, materia orgánica, cenizas y macrominerales con el tiempo de fermentación. Los tenores de fibra bruta no variaron y se encontraron entre 1,85-2,16% y 1,69-2,30% para el alimento con boniato y plátano, respectivamente. Los tres primeros indicadores disminuyeron a las 168 horas, mientras que el contenido de cenizas incrementó. A este tiempo, el porcentaje de proteína bruta fue de 9,83 y 9,38 y la concentración de ácido láctico de 236,74 y 169,76 mg/mL en el alimento con boniato y plátano, respectivamente.

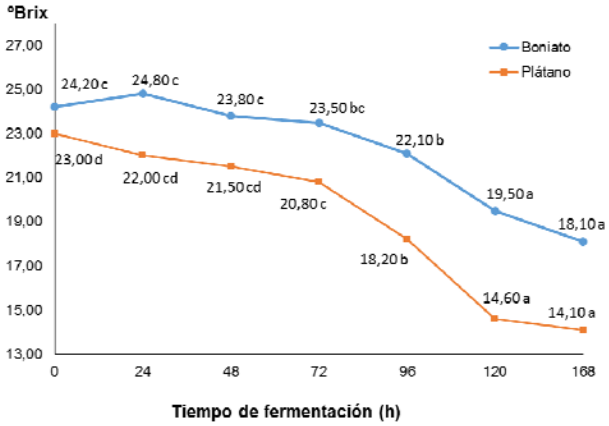
Tabla I. Características químicas durante el proceso fermentativo para la obtención del alimento ensilado, con boniato y plátano como fuentes amiláceas.

Indicador	Alimento con	Tiempo, h			± EE	Significación
		0	72	168		
Materia seca (%)	Boniato	26,61^{b}	26,99^{b}	22,28^{a}	0,06	P=0,0002
	Plátano	25,37^{b}	25,10^{b}	19,54^{a}	0,19	P<0,0001
Materia orgánica (%)	Boniato	88,92^{b}	88,70^{b}	86,24^{a}	0,36	P=0,0003
	Plátano	89,53^{b}	89,25^{b}	85,99^{a}	0,15	P<0,0001
Cenizas (%)	Boniato	11,08^{a}	11,30^{a}	13,76^{b}	0,36	P=0,0003
	Plátano	10,47^{a}	10,75^{a}	14,01^{b}	0,15	P<0,0001
Fibra bruta (%)	Boniato	1,89	1,85	2,16	0,17	P=0,4062
	Plátano	1,69	2,30	2,24	0,17	P=0,0537
Calcio (%)	Boniato	1,10^{b}	1,01^{a}	1,30^{c}	0,02	P<0,0001
	Plátano	1,26^{a}	1,29^{a}	1,55^{b}	0,02	P<0,0001
Fósforo (%)	Boniato	0,29^{b}	0,23^{a}	0,32^{c}	0,01	P<0,0001
	Plátano	0,20^{a}	0,20^{a}	0,22^{b}	0,01	P=0,0346
Magnesio (%)	Boniato	0,45	0,48	0,49	0,01	P=0,1008
	Plátano	0,42^{a}	0,50^{b}	0,64^{c}	0,02	P<0,0001
Potasio (%)	Boniato	2,81^{b}	2,48^{a}	4,10^{c}	0,09	P<0,0001
	Plátano	2,85^{b}	2,56^{a}	4,27^{c}	0,06	P<0,0001
Peso específico (g/mL)	Boniato	1,12^{b}	1,12^{b}	1,03^{a}	0,02	P=0,0022
	Plátano	1,13^{b}	1,02^{a}	1,01^{a}	0,02	P=0,0056

^{a,b,c} Letras distintas por fila difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

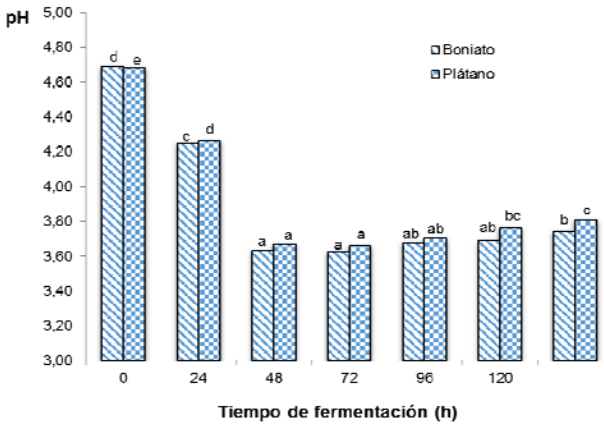
Los valores de los sólidos solubles totales (ºBrix) durante el proceso fermentativo se presentan en la figura 1. En las primeras 72 h, no se encontraron diferencias, quizás debido a que la cantidad de sólidos producidos compensa los consumidos. A partir de este tiempo, ocurre una reducción marcada en ambos procesos. Por su parte, el pH del medio de fermentación disminuyó, rápidamente, en 48 h y después de este tiempo se mantuvo relativamente constante hasta un valor de 3,74 y 3,81 (figura 2). Este indicador pudiera estar relacionado a las concentraciones de ácidos orgánicos, como el láctico, producidos por las bacterias ácido lácticas presentes en el medio. Las concentraciones de bacterias lácticas y levaduras detectadas a las 0

y 168 horas de fermentación del boniato y plátano con los productos agroindustriales se presentan en la tabla II. El primer indicador difirió en el tiempo solo para el proceso fermentativo del boniato. Efecto que, quizás, se deba a que solo se determinó al inicio y final del proceso, y que esta población pudo aumentar en otro tiempo y, posteriormente, disminuir hasta la concentración inicial. Por lo que, es un aspecto que debe corroborarse en estudios posteriores. Por su parte, las concentraciones de levaduras de ambos alimentos, a los siete días de fermentación, incrementaron hasta 10^8 ufc/g de alimento.



[a,b,c,d] Letras distintas en cada línea difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

Fig. 1 °Brix durante la fermentación del boniato (EE±0,51; P<0,0001) y del plátano (EE±0,03; P<0,0001) con subproductos agroindustriales.



[a,b,c,d,e] Letras distintas en cada línea difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

Fig. 2 Cinética del pH durante la fermentación del boniato (EE±0,03; P<0,0001) y del plátano (EE±0,03; P<0,0001) con subproductos agroindustriales.

Tabla II. Concentración de bacterias lácticas y levaduras en los alimentos ensilados con boniato y plátano.

Indicador[1] (ufc/g de alimento)	Tiempo (h)	Proceso fermentativo	
		Boniato	Plátano
Bacterias ácido lácticas	0	7,90 ($1,30x10^8$)	7,79 ($6,33x10^7$)
	168	9,08 ($3,52x10^9$)	7,89 ($2,63x10^8$)
	±EE; Significación	0,31; P=0,0286	0,25; P=0,7847
Levaduras	0	6,45 ($2,88x10^6$)	6,33 ($2,21x10^6$)
	168	8,31 ($2,07x10^8$)	8,48 ($3,22x10^8$)
	±EE; Significación	0,04; P<0,0001	0,06; P<0,0001

[1]Datos transformados según logX ( ) Datos originales

Para cada indicador, por columna, las medias difieren a P<0,05 (t-student)

Las variaciones antes mencionadas de los indicadores en estudio pudieran estar asociadas a la utilización de los nutrientes o sustratos por parte de la microbiota presente en el medio de fermentación. Generalmente, en este ecosistema durante el crecimiento microbiano se metabolizan los sustratos y se producen enzimas, ácidos orgánicos y otros metabolitos, que modifican las características del medio, pueden producir cambios físicos y químicos sobre los sustratos e incrementen la disponibilidad de nutrientes (Prescott *et al*. 2003 y Bamforth 2005). Esto incidió en la disminución del peso específico y porcentaje de materia seca y materia orgánica, así como en los incrementos en el contenido de minerales y, por ende, en el porcentaje de cenizas. A su vez, la producción de ácidos orgánicos, como el láctico, por parte de las bacterias ácido lácticas y su

utilización por otros microorganismos presentes en el ecosistema pudieron influir en las características de los alimentos.

Los resultados, de forma general, demuestran que los procesos fermentativos de las dos variantes son similares y se obtienen alimentos con características químicas y microbiológicas adecuadas para su uso en la producción animal. Estos productos y su inclusión en los sistemas de alimentación animal pueden estar condicionados por la disponibilidad de materias primas según las regiones del territorio nacional. Además, las características de cada alimento deben tenerse en cuenta para formular dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales de la categoría o especie animal en que se emplee.

CONCLUSIONES

Se concluye que el proceso fermentativo con cada fuente amilácea posibilita la obtención de alimentos alternativos, que por sus aportes nutricionales pueden ser empleados en la producción animal.

REFERENCIAS

1. Lezcano, P.; Vázquez, A.; Bolaños, A.; Piloto, J.L.; Martínez, M.; Rodríguez, Y. Silage of alternative feeds of Cuban origin, a technical, economical and environmental option for the production of pork meat. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2015. vol. 49, núm 1, pp. 65-69.
2. AOAC. Official Methods of Analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 1995.15thEd. Arlington, V.A.
3. Di Rienzo, J.A; Casanoves, F; Balzarini, M.G; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: http://www.infostat.com.ar.
4. Duncan, D.E. Multiple range and multiple F. test. *Biometrics*, 1955 vol 11, pp. 1.
5. Prescott, L.M; Harley, J.P; Klein, D.A. Capítulo 6. Crecimiento microbiano. En: Microbiología, Parte II Nutrición, crecimiento y control de los microorganismos. Cuarta edición. McGraw-Hill·Interamericana de España, S.A.U, 2003. p. 114-136.
6. Bamforth, C. 2005. Food, fermentation and microorganisms. University of California Davis, USA. 216 pp.

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS EN BLOQUES MULTINUTRICIONALES, CONSUMO POR CARNEROS Y SU EXTENSIÓN COMO COMPLEMENTO ALIMENTARIO A HEMBRAS BOVINAS EN DESARROLLO

STUDY PHYSICAL PROPERTIES IN MULTINUTRITIONAL BLOCKS, CONSUMPTION IN PELIBUEY RAMS AND THEIR EXTENSION AS A FOOD SUPPLEMENT TO DEVELOPING BOVINE FEMALES

R. Mejías; M. Hechemendía, O. Gutierrez, G. Crespo, A. Benítez and R. Núñez.
Instituto de Ciencia Animal
rmejías@ica.co.cu.

RESUMEN

Para estudiar Bloques Multinutricionales se desarrollaron Varios estudios en el Instituto de Ciencia Animal. Un estudio permitió conocer la fuerza de compactación en bloques multinutricionales, con la inclusión de tres niveles de aglutinante. El consumo se evaluó en carneros de la raza Pelibuey, con peso promedio de 33.5 Kg en un diseño cuadrado latino replicado. El segundo estudio se desarrolló en novillas, bajo condiciones de producción, en la Empresa Genética Pecuaria "Camilo Cienfuegos", en Pinar del Río. Los Valores medios de compactación para las formulas 1, 2 y 3 fueron 5,2; 8,5 y 8,5 ($Kf7Cm^2$) a diferentes horas de muestreos. Los valores del contenido de nitrógeno de los bloques resultaron mayores ($P<0.01$) en la formulación que incluyó el menor nivel de aglutinantes (1,88%). En carneros no se encontraron diferencias en el consumo de agua, pero el consumo de materia seca de BMN ($g/kg^{0.75}$) fue superior ($p<0.01$) en bloque con menor nivel de aglutinantes. En las novillas los valores de consumo de BMN están dentro del rango de consumo estimado (500 – 600 gramos/animal/día), lo que permite una ingestión de 50 – 60 gramos de urea diaria. El incremento diario de peso alcanzó una media superior a 500 gramos/animal/día en novillas.Los resultados de este estudio muestran una variabilidad significativa en la fuerza de compactación o resistencia a la ruptura, que infieren la necesidad de evaluar cualquier variante de elaboración de bloques multinutricional y un impacto de interés al utilizarlos como complemento alimentario en hembras bovinas en desarrollo.

Palabras Claves*: Bloques Multinutricionales, aglutinantes, fuerza de ruptura, incremento en peso vivo, novillas*

ABSTRACT

To study Multinutritional Blocks several studies were developed at the Institute of Animal Science. A study allowed to know the compaction force in multinutritional blocks, with the inclusion of three levels of binder. Consumption was evaluated in Pelibuey rams, with a mean weight of 33.5 kg in a replicated Latin square design. The second study was developed in heifers, under production conditions, at the "Camilo Cienfuegos" Genetic Animal Company in Pinar del Río. The mean compaction values for Formulas 1, 2 and 3 were 5.2; 8.5 and 8.5 (Kf7Cm2) at different sampling times. The values of the nitrogen content of the blocks were higher ($P<0.01$) in the formulation that included the lowest level of binders (1.88%). In rams no differences were found in water consumption, but BMN dry matter consumption (g / kg 0.75) was higher ($p<0.01$) in block with lower level of binders. In heifers the BMN consumption values are within the range of estimated consumption (500 - 600 grams / animal / day), allowing an intake of 50 - 60 grams of urea daily. The daily increase in weight reached an average of over 500 grams / animal / day in heifers. The results of this study show a significant variability in compaction force or resistance to Rupture, which infer the need to evaluate any variant of multinutritional block

development and an impact of interest when used as a food supplement in developing bovine females.

Key Words: Multinutritional blocks, binders, breaking strength, increase in live weight, heifers

INTRODUCCIÓN

La tecnología de los Bloques Multinutricionales (BMN) está orientada a satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen. Se ha comprobado que el uso de estos bloques en la alimentación de los rumiantes estimula la eficiencia de utilización de la dieta base.Entre las variables del BMN que modifican su consumo está la resistencia (Hechemendía y Mejías.1990).
La inclusión de recursos locales en la elaboración de bloques multinutricionales, facilita el empleo de esta alternativa de suplementación y contribuye a la estabilidad de su uso pero exige conocer acerca de su resistencia (Mejias, R;J.B.Michelena; T.E. Ruiz;Jose A. Díaz Untoria.2008), su consumo y su impacto en el comportamiento productivo (Mejías,R; Gutierrez,Odilias; López. M.A; y Mendez, B. 2005).
El objetivo de este estudio es evaluar propiedades físicas en bloques multinutricionales, el consumo por carneros estabulados y su uso como complemento alimentario en novillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para estudiar el efecto en la fuerza de compactación se elaboraron bloques con tres niveles de aglutinante. Se elaboraron 30 bloque multinutricionales de 11 kilogramos de peso, en tres diferentes formulaciones teniendo en cuenta el aspecto físico (dureza y estructura).La calidad de la miel se determinó por el método aereométrico Brix (Minaz, 1982).Se tomaron muestras de bloques para la determinación de Materia Seca (MS); nitrógeno y cenizas, según los procedimientos de AOAC (1996).La mezcla se realizó, de forma manual, según tecnología descrita por Hechemendía y Mejías (1990) .
El consumo se evaluó en 12 carneros, de la raza Pelibuey, en un diseño cuadrado latino replicado en tres tratamientos.: A) BMN con 15% de Aglutinantes; B) BMN con 20% de aglutinantes y C) BMN con 25% de aglutinantes, con 5% de zeolita y el resto de Hidrato de Calcio (Cal Apagada).
Se utilizó la información de 500 novillas, divididas en 5 grupos y ubicadas en las unidades “Las Claudina y cabecera”. Los bloques se elaboraron de forma mecanizada, con peso de 11 Kg como promedios y se ofertaban a los animales en las naves. El pastoreo fue dirigido, con cerco eléctrico y un número medio de cuartones de 60 para cada área. Los animales se pesaban mensualmente y se midió el consumo de BMN, agua y sales minerales.
Los datos se analizaron en un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial y se aplicó Duncan (1955) para determinar diferencias entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La miel utilizada para la elaboración de los Bloques Multinutricionales mostró un valor promedio de densidad de 85,5 ^{0} Brix, con valores que oscilaron entre 84,6 y 86,5 Brix. Estos valores se ajustan a los recomendados por Sansoucy y Aarts (1986).
El análisis bromatológico de los bloques multinutricionales mostró valores de energía variable y en correspondencia con el nivel de miel. Esto permite una mejor relación energía- proteína en un suplemento cuya finalidad puede combinar la vehiculización de fuentes de nitrógeno y minerales (Birbe et al, 1996). Los valores de Nitrógeno resultaron diferentes ($P<0.01$) y favorecieron a la formulación que incluyó el menor nivel de aglutinantes (15%) y mayor inclusión de Urea.

La figura 1 muestra los promedios de las resistencias (Kg/cm ^{2}) obtenidas en los bloques a diferentes energías de compactación. Los valores medios de dureza expresada en kgF/cm^2 mostraron diferencias entre formulas con diferentes inclusiones de materiales aglutinantes. El valor de la fórmula con 15% de inclusión de aglutinante difirió ($P<0.01$) con los valores mostrados por las fórmulas 2 y 3 (con 20 y 25% de aglutinantes).

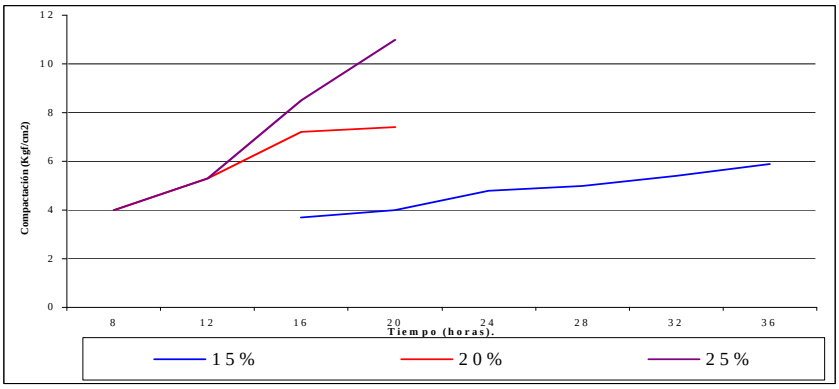
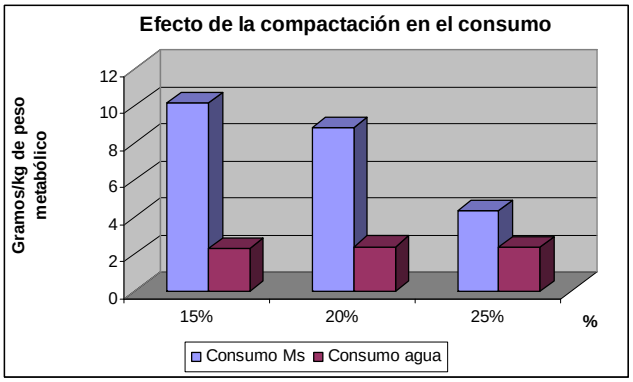


Figura 1: Curva de compactación.

La máxima compactación (5,2; 8,5 y 8,5 (Kf7Cm^2) para las formulas 1, 2 y 3, respectivamente se alcanzaron a diferentes horas de muestreos (Figura 1) necesitando 14 horas de fraguado más la formula con el nivel más bajo de aglutinante, que las restantes, para arribar a ese valor. Este resultado es de novedad e indica diferentes tiempos para poder trasladar los bloques y su oferta a los animales, sin riesgo de ruptura.

El consumo de materia seca total por carneros estabulados (Gráfico 1) mostró diferencias (P<0.001) entre los bloques con 15% de aglutinantes y los bloques con 20 y 25% de estos componentes y alcanzo valores de 55.98^b, 67.37^a y 71.07^a (g/kg $^{0.75}$), respectivamente. Este resultado es lógico a favor del menor nivel de aglutinante y menor fuerza de compactación (Domínguez; Herrera; Birbe, B. y Martínez, N. 1998) y puede estar influida, además, por una menor disponibilidad de nitrógeno en la ración total (Barrios; Ventura, y Fondevila, M. 2002).

No se encontraron diferencias en el consumo de agua, pero el consumo de materia seca de BMN (g/kg $^{0.75}$) fue mayor(p<0.01) en bloque con menor nivel de aglutinantes, con un valor señalado normal para carneros (Rodríguez,1997). Este comportamiento es de interés sí el rol de vehiculizar entrada de nutrientes al rumen de forma dosificada **(**Parada M. del C. Gerardine. 2003) para permitir una eficiente función ruminal (Combellas, J. 1994).



Ab Medias con letras no comunes difieren a P< 0.05 y
*** P<0.001 (Duncan 1955).

La extensión de los BMN mostro que los valores medios de consumo por bovinos durante los dos períodos analizados están dentro del rango de consumo estimado (500 – 600 gramos/animal/día) lo que permite una ingestión de 50 – 60 gramos de urea diaria (Tabla 1) y respalda incremento diario de peso superiores a 450 gramos/animal/día en todas las categorías con una media superior a 500 gramos/animal/día en las novillas, lo que permite un correcto desarrollo de estos animales(Tabla 2)

Tabla 1 Consumo de bloques multinutricionales según época de estudio (gramos/animal/día).

Categoría	# Animales	Período Poco Lluvioso	Período Lluvioso	Período Total
Terneras	80	561	563	562
Añojas	150	471	573	522
Novillas	80	458	563	510
Novillas Incorporadas	260	560	563	562

Tabla 2. Comportamiento de los principales indicadores del crecimiento-desarrollo en hembras lecheras

Indicadores	Años	
	2000	2001
Número de novillas incorporadas por meses (N°)	38	44
Edad a la incorporación (meses)	25	24
Peso a la incorporación (kg)	283	285
Ganancia de peso vivo en período poco lluvioso (g/animal/día)	351	406
Ganancia de peso vivo en período lluvioso (g/animal/día)	459	621

Las cifras promedios de los indicadores sanguíneos mostró un ligero incremento en los contenidos de hemoglobina y hematocrito mientras que las proteínas totales, albúminas y globulina se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos establecidos para la especie y categorías. Es interesante destacar que el estado ácido base (ABN en orina) mejoró a medida que avanzó el tiempo pasando de estados de acidosis compensada a estado normal con valores de ABN superiores a 100 meq/litro.

CONCLUSIONES

- *Las curvas de compactación fueron diferentes, con tiempos para poder trasladar los bloques superiores a 14 horas, como mínimo.*
- El nitrógeno disponible en la ración hizo variar el consumo por los carneros, lo que resulta de interés en el orden práctico del manejo de animales
- Los bovinos jóvenes mostraron aceptables niveles de incrementos de peso vivo lo que justifica el uso del BMN como suplemento nitrogenado a raciones de baja calidad.

REFERENCIAS

- AOAC 1996. Official methods of analysis.15th ed. Ass. Off. Anal. Chem.Washington, D.C. EEUU
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range andmultiple F tests. Biometrics ll: 1

- Echemendía, M. y Mejías, R. 1990. Metodología para la elaboración de bloques multinutricionales. Tesis de Especialista en Alimentación y Manejo del Ganado Bovino, ICA, La Habana, Cuba.
- Mejias, R;J.B.Michelena; T.E. Ruiz;Jose A. Díaz Untoria; Maria E. González; F. Alfonso; Delia M. Cino y A. Barceló.2008.Sistema de alimentación de novillas con Leguminosas,King Grass Cuba CT-115 y Bloques multinutricionales por etapas biológicas. RCCA.39(4) pág561
- Mejías, R;García López,R y Rodríguez,J. 2005. Nivel de urea en Bloques Multinutricionales(BMN) en el consumo de heno por carneros estabulados.. Rev. Cubana Cienc. Agríc.2005,34:27.
- Mejías,R:O.Gutierrez y Benitez,A.2017. Bloques con residuos de contenido ruminal seco como complemento alimentario en novillas. Informe Parcial. ICA.
- Rodríguez,V.1997. Bloques Multinutricionales, una buena opción. Rev. ACPA 2:27.
- Sansoucv, R. & Aarts, G. 1986. Molassesure;'blocks as multinutrient supplement for ruminants in various conditions.Expert Consultation on Sugar.Recibido 21 de noviembre de 1998

PRODUCCIÓN DE BIOMASA UNICELULAR POR FERMENTACIÓN SÓLIDA EN UN BIORREACTOR CON ALIMENTACIÓN ESCALONADA

PRODUCTION OF UNICELLULAR BIOMASS BY SOLID FERMENTATION IN A BIORREACTOR WITH STAGGERED FEED

Autor (es): Martínez, Y.; Ramos, L. B.*; Núñez, A.
Universidad de Camagüey, departamento de Ingeniería Química
* e-mail: luis.ramos @reduc.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la producción de alimento animal producido a partir de residuos de la industria azucarera, en un biorreactor de tanque agitado, por fermentación en estado sólido con alimentación escalonada de nutrientes, para perfeccionar la calidad nutricional del mismo. Con los resultados obtenidos se demostró que el biorreactor opera bajo condiciones de tipo mezcla perfecta, lo que permitió el incremento de la proteína del producto final a 12,7 % B.S y la reducción del contenido de FB por debajo del 8%. Esto a su vez generó que el análisis costo beneficio indica que por cada peso gastado se obtiene un beneficio de 15 pesos. Todo esto garantizará que este producto animal tenga un impacto favorable en los animales monogástricos, de acuerdo a las excelentes características bromatológicas obtenidas.
PALABRAS CLAVE: fermentación sólida, residuos de la industria azucarera, alimento animal

ABSTRACT

The same one has as objective to evaluate the production in a biorreactor of upset tank, for fermentation in solid state with staggered feeding of nutritious, to perfect the nutritional quality of this animal food taken place starting from residuals of the sugar industry. With the obtained results it was demonstrated that the biorreactor operates under type conditions it mixes perfect, what allowed the increment of the protein from the final product to 12, 7% B.S and the reduction of the content of BFC below 8%. This in turn generated that the analysis cost benefit indicates that for each peso spent, a benefit of 15 pesos is obtained. This guarantee that this animal feed has a favorable impact in the monogastric animal production according to the excellent nutritive characteristics obtained.
KEY WORDS: fermentation, residuals of the sugar industry, animal food

INTRODUCCIÓN

El producto a obtener es un alimento animal fabricado mediante el enriquecimiento proteico, por fermentación sólida, de residuos de la fabricación de azúcar crudo (Ramos Sánchez, 2000). El alimento animal (R. Pedraza-Olivera, Crespo-Zafra, & Ramos-Sánchez, 1996; R. M. Pedraza-Olivera, 2000) se caracteriza por tener un contenido de proteína unicelular con valores entre 8 % B.S. y 10% B.S y contenidos de fibra bruta superiores al 12 % B. S. (Julián-Ricardo, 2008; Ramos-Sánchez, 2000). Esos niveles, si bien no representan un problema para la alimentación de animales rumiantes, sí constituyen una limitación para su mayor impacto en la alimentación de animales mono gástricos.
Teniendo en cuenta las razones antes expuestas se traza como objetivo evaluar la producción de alimento animal a partir de residuos de la industria azucarera en un biorreactor de tanque

agitado, por fermentación en estado sólido con alimentación escalonada de nutrientes, para perfeccionar la calidad nutricional de este alimento animal.(Xie, 2006)

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación experimental de la capacidad operativa del biorreactor sólido

El bagazo de caña rico en proteínas es un alimento para animales obtenido por una tecnología no contaminante que permite un uso más integral de los derivados industriales de la caña de azúcar (Pedraza-Olivera, R. y col., 1996); fue desarrollado por el Grupo de Biotecnología de la Universidad de Camagüey. Se basa en la fermentación en estado sólido de una mezcla de cachaza y miel final, soportada en bagazo, previamente tratado química y/o físicamente o tamizado; el medio nutritivo lo completan un mínimo de fuentes de nitrógeno y fósforo. Como inóculo se utiliza, fundamentalmente, una cepa de levadura: *Candida utilis* no sólo por los buenos resultados en el crecimiento, sino también, por el reconocido prestigio de esta levadura en la alimentación animal.

Con este fin se utiliza el biorreactor tipo tambor rotatorio con agitación continua, con aireación forzada. En los biorreactores sin aireación forzada, el sustrato se sostiene en un tambor horizontal o aproximadamente horizontal que puede tener o no deflectores, opera como un biorreactor de bandejas en el período estático y como un tambor rotatorio durante el período de rotación (Mitchell, D. y col., 2006b). El sustrato comúnmente ocupa de 10% a 40% del volumen del biorreactor. Se asume, frecuentemente, que tanto el gas como el sólido están bien mezclados y puede considerarse que hay una temperatura única en el sistema aunque hay reportes de diferencias de temperaturas entre el gas y el sólido de 2 ºC.

Se determinó la carga máxima por templas. Consistió en ir llenando el biorreactor de 25Kg en 25Kg de masa húmeda para determinar el volumen que iba a ocupar la carga sin que afectara el mesclado o fuera a desbordarse la materia prima permitiendo solo 150 Kg de masa húmeda, se determinó la capacidad de mezcla perfecta del reactor, se tomaron 5 puntos de referencia en el área de mesclado en las cuatro esquinas y en el centro y se determinaron los tiempos auxiliares en el ciclo fermentativo llenando y vaciando varias veces el biorreactor con cubetas de 30 L.(Barrientos, 2015)

Si el proceso se realizara en varias etapas con alimentación de nutrientes frescos al inicio de cada una, entonces las concentraciones al inicio de cada etapa no será inhibitoria por lo que se podría esperar un buen desempeño y la posibilidad de lograr una alta concentración de biomasa al final de proceso.(Arnau, 2010)

Durante el proceso fermentativo el medio sólido sufrirá una pérdida de agua debido al proceso de aireación. Esto traerá consigo una disminución de la masa de sólido presente en el fermentador.

En la formulación del modelo se realizaron balances de masa en el mezclador de sólidos y el mezclador de líquidos, se realizó balance del mezclado inicial en el biorreactor, se realizó además balance de la operación de alimentación de nutrientes al biorreactor por etapas.(Goyal, 2009)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se comprobó que podía alcanzar una capacidad máxima en volumen de llenado de 200 kg, pero para esta capacidad se dificultaba el mezclado por lo que se concluyó que la capacidad óptima de mezclado estaba dada una vez que sobrepasara el eje de la paleta de mezclado y la mezcla se mantuviera homogénea para un resultado de 150 kg. El llenado hasta capacidad máxima puede tardar hasta 10 minutos. Para un vaciado a capacidad máxima, la descarga con el sistema de agitación propia del equipo, puede tardar hasta 3 minutos y la limpieza es de media hora por templas.

Dinámica de la temperatura en la etapa de calentamiento

Las mediciones dinámicas realizadas en cinco puntos del volumen del biorreactor muestran una baja variabilidad en el tiempo, tal como se demuestran los coeficientes de variación, inferior, en todos los casos, al 4%.(Holman, 1999)

Estos resultados indican que se puede aceptar que el sistema de mezclado mecánico consigue, con buena aproximación, la mezcla perfecta.

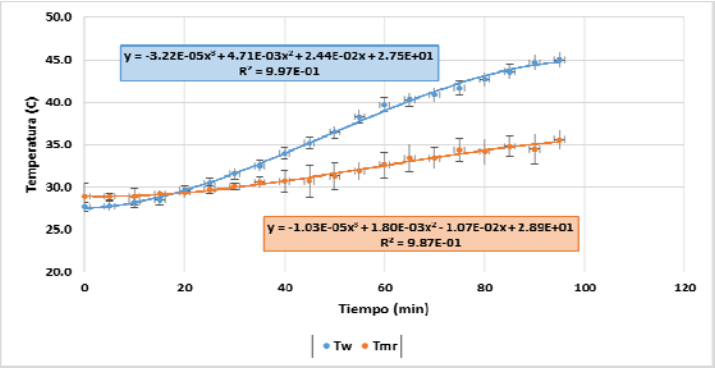


Figura 1 Dinámica del calentamiento en el fermentador

Debido al buen mezclado existente en el proceso, la transferencia de calor tiene lugar a alta velocidad, aspecto éste que debió ser considerado por los fabricantes del biorreactor, teniendo en cuenta la importancia que este factor tiene en este tipo de procesos.(Potvin, 2010)

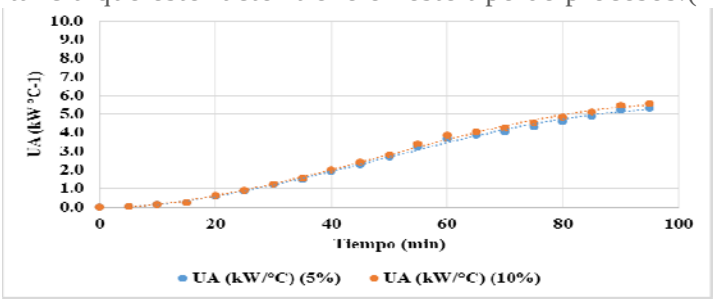


Figura 2 Estimación del coeficiente de transferencia de calor en el proceso de calentamiento del biorreactor

Resultados de la simulación del crecimiento de la biomasa en el biorreactor

El crecimiento de la biomasa en el biorreactor fue simulada en MATLAB. Los datos dinámicos resultantes fueron exportados a Excel y ajustados a un polinomio.

Para el proceso de optimización es necesario controlar el grado de conversión y el tiempo que se necesita para alcanzar este resultado. Se ajustó un polinomio que relaciona el tiempo de fermentación (como si fuera dependiente) con la concentración de sustrato limitante (S), tal como se muestra en la figura 3. De esta manera podía estimarse el tiempo consumido para una determinada conversión de S, relación necesaria para calcular la productividad en el proceso de optimización.

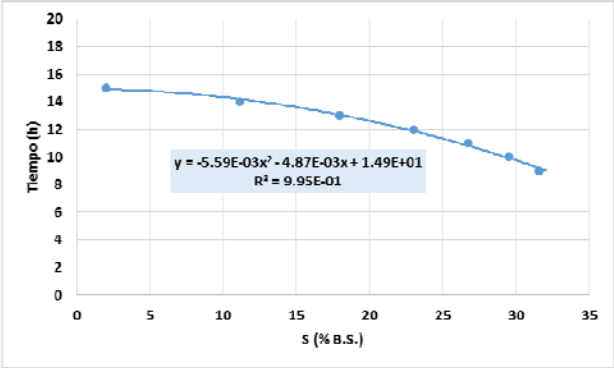


Figura 3 Relación t versus S para ser usada en la optimización de la operación de enriquecimiento proteico

Análisis de las propiedades del producto final

En esta figura 4 se ve como el contenido de proteína verdadera es creciente, a pesar de los zigzag producto de las alimentaciones escalonada de nutrientes, se alcanza un nivel cercano al 13% en base seca, muy superior a estudios previos.(Julián-Ricardo, 2008; Ramos-Sánchez, 2000).

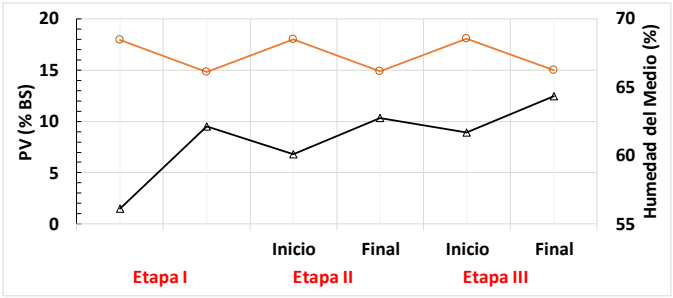


Figura 4 Dinámica de la variación de la proteína verdadera (Δ) y la humedad (o) a lo largo de las tres etapas del proceso de enriquecimiento proteico.

Análisis de los indicadores económico-productivos del proceso

La simulación realizada ha permitido establecer que la capacidad productiva del biorreactor en las condiciones simuladas es de 57 kg P.S. por templas.

Según el nuevo proceso con alimentación escalonada se evidencia un incremento en el consumo de materias primas y costo de materias primas. Estos incrementos llevan el consumo total a niveles superiores en el costo de materia prima, pasando de ser en el producto original de 33,18 $/t (Ramos-Sánchez, 2000) a 55,01 $/t. Esto implica un incremento del 66% del costo de las materias primas.

Reportan Ramos-Sánchez y Julián-Ricardo (Julián-Ricardo, 2008; Ramos-Sánchez, 2000) los valores promedios de proteína verdadera son de 8,5% B.S. Siendo así se ha conseguido un incremento del contenido de proteína de casi un 53% respecto al producto anterior.

A pesar de que el incremento del costo en materias primas (66%) es superior al incremento de proteína verdadera del producto final (53%) hay que decir que el valor de la proteína que se produce es mucho mayor que el precio de estas materias primas.

Teniendo en cuenta que el contenido de proteína de la carne de res es apenas el 20% del peso total, entonces esto quiere decir que estos precios en base a contenido de proteína son cinco veces mayores, oscilando entre 23500 $/t y 28 500 $/t. Si se toma el valor más pequeño, entonces un 53% significan una mejora de 12 455 $/t, mientras que el incremento del costo de las materias primas expresado en base al

incremento de proteína logrado (0,045 g/g B.S.) significa un gasto de 488,9 $/t de proteína. Teniendo en cuenta que la digestibilidad de la proteína unicelular no es total y, asumiendo que sólo se asimila un 60% de esa proteína entonces, el beneficio de limitaría a 7 473 $/t

Así pues, si dividimos el beneficio logrado entre el costo para alcanzarlo se obtiene un valor de 15,3 veces, o sea, un saldo muy positivo.

CONCLUSIONES

1. La carga máxima del equipo no debe exceder los 150 kg.
2. Se demostró que el mezclado en el biorreactor ocurre con calidad y que pudiera considerarse mezcla perfecta.
3. El análisis de la transferencia de calor permitió determinar los valores de UA, los que se consideran apropiados para las condiciones de operación.
4. El diseño del proceso permitió incrementar la proteína del producto final a 12,7% B.S., reduciéndose el contenido de FB por debajo del 8%.
5. Una evaluación de las características bromatológicas del producto indica que este es muy superior al anterior y producirá mayor impacto en la producción animal.
6. El análisis costo versus beneficio indica que por cada peso gastado se obtiene un beneficio de 25 pesos.

REFERENCIAS

1. Arnau, C., Ramón, R., Casas, C. y Valero, F. (2010). *Optimization of the heterologous production of a Rhizopus oryzae lipase in Pichia pastoris system using mixed substrates on controlled fed-batch bioprocess. Enzyme and Microbial Technology*.
2. Barrientos, M. y. S., C. (2015). Index Mundi- Beef Daily Price. from http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=bief
3. Goyal, D., Sahni, G. y Sahoo, D. K. . (2009). *Enhanced production of recombinant streptokinase in Escherichia coli using fed-batch culture. Bioresource Technology*.
4. Holman, J. P. (1999). *Transferencia de Calor*. México.
5. Julián-Ricardo, M. C. (2008). *Diseño tecnológico de una planta para el enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar*. (Dr. C.), Universidad de Camagüey, Camagüey.
6. Pedraza-Olivera, R., Crespo-Zafra, L., & Ramos-Sánchez, L. B. (1996). Cuba Patent No. A23K 1/22 337. O. C. P. Industrial.
7. Pedraza-Olivera, R. M. (2000). Bagazo rico en proteína (Bagarip). Alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido. *Revista de Producción Animal, 12*(sept.1999/jul. 2000), 45-51.
8. Potvin, G., Ahmad, A. y Zhang, Z. (2010). Bioprocess engineering aspects of heterologous protein production in Pichia pastoris: Areview. *Biochemical Engineering*.
9. Ramos-Sánchez, L. B. (2000). *Aplicación de la Modelación Matemática para el Desarrollo de la Tecnología de Fermentación del BAGARIP*. (Dr. C. Tesis Dr. C.), Universidad de Camagüey, Camagüey.
10. Ramos Sánchez, L. B. (2000). *Aplicación de la Modelación Matemática para el Desarrollo de la Tecnología de Fermentación del BAGARIP*. (Doctorado), Universidad de Camagüey, Camagüey.
11. Xie, L. y. Z., W. En S. S. Ozkurt y W.-S. . (2006). *Fed-Batch cultivation of mammalian cells for the production of recombinant proteins.* London.

EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN BOVINOS EN PASTOREO CON GRAMÍNEAS DE BAJA CALIDAD, COMPLEMENTADOS CON DIETA FRESCA BASADA EN FORRAJE DE CAÑA DE AZÚCAR

EVALUATION OF STRATEGIC SUPPLEMENTATION IN GRAZING CATTLE WITH LOW QUALITY GRASSES, SUPPLEMENTED WITH FRESH DIET BASED ON SUGARCANE FORAGE

Reyes, J.J.[*]; González M. R.; Rey, S.
Instituto de Ciencia Animal. Carretera. Central Km. 47 ½, A. Postal 24, San José de las Lajas C.P.32700, Mayabeque, Cuba. Teléfono. : (047) 599433, 599410.
http://www.ica.inf.cu,
[*]jreyes@ica.co.cu

RESUMEN

El estudio de la suplementación estratégica, se desarrolló con 144 vacas lecheras en condiciones de pastoreo restringido y 10 toros, en condiciones estabulación. En las vacas se emplearon un nivel de pienso y dos niveles del Nupromin, 1 y 1.5 veces la norma de consumo del suplemento y en la ceba se emplearon 0, 1.0 y 1.5 kg de Nupromin. La producción de leche se mejoró (P=0.044), con el mayor nivel de suplementación, en un 14.7%, sin afectaciones de la calidad de la misma; de igual forma se incrementó (P<0.0001) el consumo total en 7.7 y 16.1%, para 1 y 1.5 veces el Nupromin, en comparación al pienso. Los toros suplementados con el Nupromin incrementaron las ganancias diarias promedio en unos 0.11 kg y se incrementó el consumo total de materia seca en 12.2%, en relación a los suplementados con pienso. El empleo de la suplementación Nupromin, en sentido general mejora la producción de leche, la ganancia y el consumo total.
Palabras clave: leche, ganancia, suplemento, consumo.

ABSTRACT

The study of strategic supplementation was carried out with 144 dairy cows under restricted grazing conditions and 10 bulls, installs conditions. In the cows, one level of feed and two levels of Nupromin were used, 1 and 1.5 times the consumption standard of the supplement, and 0, 1.0 and 1.5 kg of Nupromin were used in the feed. The milk production was improved (P = 0.044), with the highest level of supplementation, in 14.7%, without affectations of the quality of the same; (P <0.0001) the total consumption increased by 7.7 and 16.1%, for 1 and 1.5 times the Nupromin, in comparison to the feed. Bulls supplemented with Nupromin increased average daily gain by about 0.11 kg and increased total dry matter intake by 12.2%, relative to those supplemented with feed. The use of Nupromin supplementation in the general sense improves milk production, gain and total consumption.
Key words: milk, gain, supplement, consumption

INTRODUCCIÓN

El ganado vacuno para producción de leche y cubrir sus requerimientos nutricionales tiene como primera prioridad el consumo de forrajes de calidad, los cuales proveen de nutrientes a menor costo que los alimentos concentrados. Sin embargo, uno de los problemas del forraje radica en que su valor nutritivo es muy variable y depende de la especie forrajera, clima y el estado de madurez durante la cosecha (Almeyda, 2016).

El uso de la caña de azúcar como alimento para rumiantes, tiene vital importancia bajo las condiciones de Cuba (Martín, 2004); así como de la utilización de raciones integrales con otras fuentes de forrajes frescos, para mejorar su consumo total (Rodríguez, 2009).

La suplementación es entendida como una adición de concentrado a la dieta base de pastos y forrajes, con el objetivo de cubrir las posibles deficiencia de nutrientes ocasionadas por problemas de calidad del forraje, principalmente a nivel del rumen (Cochran et al. 2000 y NRC, 2001). El objetivo del presente trabajo, fue la evaluación del suplemento Nupromin en bovinos lecheros en pastoreo restringido y ceba en estabulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Evaluación de un suplemento estratégico "Nupromin" en la producción de leche bovina:

Se utilizaron 144 vacas lecheras totales, durante el periodo de 112 días (febrero-mayo); los animales genéticamente responden a mestizas Siboney, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos, según condición corporal (C.C.), producción de leche, días de lactancia y número de lactancia.

Los suplementos se estimaron según normas de consumo (0.4 kg a partir del 3 litro), como media del los tres grupos y se ofertaron a partes iguales en los dos ordeños (am y pm).

Las vacas pastaban juntas en los horarios de mañana y tarde, ya que dormían estabuladas en las naves, donde consumían una mezcla de forrajes (50% caña y 50% king grass CT-169), separados según tratamiento. En la nave de sombra dispusieron de agua y sales minerales a voluntad.

Tratamientos:

1. Pasto, más complemento, más suplementación con pienso.
2. Pasto, más complemento, más suplementación con Nupromin, según normas de consumo.
3. Pasto, más complemento, más suplementación con Nupromin, según normas de consumo a 1.5 veces.

Mediciones realizadas: producción de leche (cada 15 días), calidad de la leche (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales) (mensualmente), variación de la condición corporal (inicio y final), consumo de alimentos voluminosos y suplementos (semanal), calidad de los alimentos ofertados, forrajes, pastos y suplementos (mensualmente).

2. Evaluación de un suplemento estratégico "Nupromin" en la producción de carne vacuna:

Se utilizaron 10 animales totales, de cruzamientos de carne (cebú x Santa Gertrudis), durante 160 días, distribuidos en tres tratamientos. Los animales se seleccionaron en cada tratamiento por peso y edad de inicio. Los suplementos (pienso o Nupromin) se ofertaron mezclados con los forrajes (40-50% caña de azúcar y 50-60% king grass OM22). Los animales pastaban durante cinco horas al día juntos y disponían además de agua y sales minerales a voluntad en los corrales.

Tratamientos:

1. Mezcla integral de forrajes de caña de azúcar- king grass, más 1.0 kg pienso.
2. Mezcla integral de forrajes de caña de azúcar- king grass, más 1.0 kg Nupromin.
3. Mezcla integral de forrajes de caña de azúcar- king grass, más 1.5 kg Nupromin.

Mediciones realizadas: peso vivo de los animales y ganancia de peso vivo (mensualmente), consumo de alimentos voluminosos y suplementos (mensualmente), calidad de los alimentos ofertados, forrajes y suplementos por lote.

El análisis estadístico utilizado para los datos de producción y calidad de la misma fue un modelo multiplicativo (Menchaca, 1978), el resto de los datos se realizaron por análisis de varianza según modelo lineal teniendo en cuenta los efectos de tratamiento y mes. Se aplicó décima de Duncan (1955) en los casos necesarios. Se empleo el paquete estadístico InfoStat, versión 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos del periodo experimental arrojó que las vacas suplementadas con Nupromin, mostraron mejoras en la producción de leche (P=0.0440), solamente con el nivel de 1.5 veces, en 14.7% en relación a las del pienso y no difieren del nivel base del Nupromin ni estas de aquellas que fueron suplementadas con pienso (tabla 1). No se encontraron diferencias en los componentes lácteos estudiados. Lo que puede estar asociado a la baja condición corporal de la vacas al inicio del experimento.

Este resultado en la producción total, puede estar dado por la mejora en la cantidad y calidad de la nutrición, como puede ocurrir por los cambios favorables en el manejo de los forrajes y/o en el incremento de la eficiencia de utilización de los suplementos; esta mejora en la alimentación también puede influir en la calidad de la leche (Roca-Fernández *et al*. (2013).

Tabla 1. Producción y calidad de leche de vacas en pastoreo, suplementadas con dos niveles de Nupromin.

Tratamientos / Variable	pienso	Nupromin	1.5 veces Nupromin	Significación
Producción leche **(kg/vaca/día)**	1,57[a] (4,95) ±0,04	1,61[ab] (5,30) ±0,04	1,72[b] (5,68) ±0,05	P=0,0440
Grasa (%)	1,21 (3,86) ±0,01	1,26 (3,52) ±0,01	1,23 (3,41) ±0,02	P=0,0624
Proteína (%)	1,14 (3,14) ±0,01	1,18 (3,25) ±0,01	1,14 (3,14) ±0,01	P=0,0524
Lactosa (%)	1,52 (4,59) ±0,03	1,53 (4,62) ±0,03	1,52 (4,59) ±0,04	P=0,4041
SNG (%)	2,14 (8,54) ±0,01	2,15 (8,59) ±0,01	2,16 (8,66) ±0,01	P=0,3223
ST (%)	2,47 (11,86) ±0,01	2,49 (12,11) ±0,01	2,49 (12,10) ±0,01	P=0,0975

En la tabla 2, se expresan las C.C. de las vacas en el periodo analizado, donde se puede apreciar que no existieron diferencias entre ellas, aproximándose al valor de 3.0 lo que permite inferir que las condiciones corporales de los animales están algo por debajo acorde al estado de lactancia de las mismas (Saborío-Montero y Sánchez, 2014).

Tabla 2. Cambio de condición corporal (C.C) y consumo de vacas en pastoreo, suplementadas con Nupromin.

Tratamientos / Variable	pienso	Nupromin	1.5 veces Nupromin	Significación
C.C	1,06 (2,61) 0,02	1,08 (2,68) ±0,01	1,04 (2,56) 0,02	P=0,1128

El consumo de dieta en la nave (tabla 3) se incrementó (P< 0.0001) en las vacas suplementadas con el Nupromin en 10.2 y 21.2% para el base y 1.5 veces el suplemento con Nupromin en comparación a las que consumieron pienso, respectivamente; de igual forma se

incrementó (P<0.0001) el consumo total de materia seca de los animales en aproximadamente entre un 7.7 y 16.1%, con la inclusión de la suplementación con Nupromin. Este incremento en la ingestión de materia seca y por ende de nutrientes, está asociado a las mejoras en las condiciones del rumen que puede establecerse con el uso del Nupromin, ya que se considera como uno de los indicadores que presenta la mayor influencia directa en el consumo animal (Senra, 2011 y Roca-Fernández y González, 2014).

Tabla 3. Consumo de los diferentes alimentos por las vacas (kg MS/vaca/día)

Tratamientos / Variable	pienso	Nupromin	1.5 veces Nupromin	Significación
Pienso	1,09 ±0,08	1,12 ±0,07	1,15 ±0,09	P=0,0613
Dieta	6.28[a] ±0,09	6,92[b] ±0,08	7.61[c] ±0,10	P<0,0001
Consumo total	9.81[a] ±0,21	10,57[b] ±0,18	11,39[c] ±0,23	P<0,0001

En la tabla 4, se muestra como se mejora (P=0.0002) la ganancia media diaria en unos 0.10 y 0.13 kg toro^{-1}, cuando se suministra 1.0 y 1.5 kg de Nupromin, en comparación con el control. Sin embargo a medida que los animales fueron ganando en peso vivo el comportamiento de la ganancia se vio favorecido (P<0,0001).

En relación al consumo total de materia seca se incrementa (P<0.0001) en un 9.8 y 14.5% en los toros suplementados con 1 y 1.5 kg de Nupromin, respectivamente en relación a los suplementados con pienso. De igual forma que la ganancia media diaria a medida que los animales van incrementando en peso el consumo total se favorece, lo que nos indica que con dietas basadas en forraje de caña los animales con mayor desarrollo corporal tienen más posibilidades de consumo y por ende mostrar una mejor ganancia de peso. En el caso de la conversión de alimento, no se mostró diferencia entre tratamientos, ni entre los meses en ceba, debido a que el incremento en ganancia es casi proporcional al incremento del consumo de alimento.

Resultados que concuerdan con lo informado por Martín, et al (2005), Rodríguez (2009), Bretschneider y Salado (2010), en lo relacionado con la mejora del comportamiento animal con dietas integrales.

Tabla 4. Comportamiento de toros semiestabulados, suplementados con Nupromin o no.

Variable	Medias / Efectos	1	2	3	4	5	EE± sign
Ganancia Kg/día	Tratamiento	0,70[a]	0,80[b]	0,83[b]			0,02 P=0,0002
	Mes	0,61[a]	0,72[b]	0,73[b]	0,87[c]	0,94[c]	0,03 P<0,0001
consumo MS total kg/animal/día	Tratamiento	7,81[a]	8,58[b]	8,94[c]			0,07 P<0,0001
	Mes	7,02[a]	7,49[b]	8,17[c]	9,17[d]	10,37[e]	0,10 P<0,0001
Conversión kg alimento/kg ganancia	Tratamiento	10,35	10,83	11,06			0,38 P=0,5848
	Mes	11,75	10,50	11,29	10,77	11,08	0,47 P=0,3933

Tratamiento 1= 1 kg pienso, 2=1 kg Nupromin y 3=1.5 kg Nupromin

Los resultados del trabajo nos permiten indicar que al utilizar el suplemento Nupromin, tanto en vacas como machos en ceba se incrementan los consumos totales de materia seca. En vacas lecheras se mejora la producción láctea en 10.9%; pero no se muestran efectos en su calidad y en la ceba las ganancias de peso vivo se incrementan en 16.4%. Mostrando en ambos sistemas productivo un aumento del consumo total de materia seca. Se deben realizar trabajo a más largo plazo; así como utilizar un mayor número de animales.

BIBLIOGRAFÍA

Almeyda, J. 2016. Manejo y alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos (Parte II). **http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjRvfHkko_OAhVCpB4KHcEGApM4ChAWCC0wAg&url=http%3A%2F%2Fwww.actualidadganadera.com%2Farticulos%2Fmanejo-alimentacion-de-vacas-productoras-de-leche-sistema-intensivos-parte-dos.html&usg=AFQjCNFZ3dG3yy10Wzf8PMBv4i8mSVpsCw&bvm=bv.127984354,d.dmo.** (Revisado 25/07/2016).

Martín, P.C. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. Ed. EDICA 259 p.

Rodríguez, D. 2009. Contribución al estudio del comportamiento productivo, características de la canal, conducta alimentaria e indicadores ruminales de toros alimentados con dietas basadas en caña de azúcar. Tesis de Dr Ciencias Veterinarias. ICA

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington. USA

Menchaca M.A. 1978. Modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia controlada para análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis en opción al grado científico de doctorado. Inst. Ciencia Animal pág 119.

Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F-tests. Biometrics. 11.1.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. **InfoStat versión 2012.** Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

Roca-Fernández, A.I; Ferris, C.P y González-Rodríguez, A. 2013. Short communication. Behavioural activities of two dairy cow genotypes (Holstein-Friesian *vs.* Jersey × Holstein-Friesian) in two milk production systems (grazing *vs.* confinement). Spanish Journal of Agricultural Research. 11(1), 120-126

Saborío-Montero, A. y Sánchez, J.M. 2014. Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas Jersey en pastoreo en la zona alta de Cartago. Variaciones durante el ciclo productivo. *Agronomía Costarricense.* 38(1): 55-65.

Senra, A. 2011. Aspectos fundamentales en la estrategia a seguir para el desarrollo de la ganadería, especialmente de los pequeños y medianos productores, en las condiciones de Cuba. En: "Resúmenes del IV Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p.36.

Roca-Fernández, A.I. y González, A. 2014. Ingestión de hierba y producción de leche en pastoreo. http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=22&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiD__TExaDOAhUDej4KHdYfCSQ4FBAWCCQwAQ&url=http%3A%2F%2Falbeitar.portalveterinaria.com%2Fnoticia%2F13372%2Farticulos-nutricion%2Fingestion-de-hierba-y-produccion-de-leche-en-pastoreo.html&usg=AFQjCNHYAtvfVe9S2PkcSvTLUyHpJWlRbQ&bvm=bv.128617741,d.dmo. Revisado 01/08/2016.

Bretschneider, G. y Salado, E. 2010. Sistemas confinados vs. pastoriles. Ventajas y desventajas. Ficha técnica No 8. www://inta.gov.ar/lecheria. Revisado 05/10/2016.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS COMPLEMENTADAS CON CAÑA EN PERIODO POCO LLUVIOSO

PRODUCTION AND QUALITY OF MILK IN COWS SUPPLEMENTED WITH CANE IN THE RAINY SEASON

Benítez, A[1], Pasamonte[2] F, Mejías R[2]
Instituto de Ciencia Animal[1] Empresa Managuaco [2]
abdiaz@ica.co.cu

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en condiciones de producción, en sistema de pastos naturales y caña. Con el objetivo de conocer el comportamiento de la producción de leche y su calidad. Se utilizó la información de la producción de leche y su calidad correspondiente al periodo comprendido entre enero de 2014 hasta marzo de 2015. Los valores obtenidos para la producción de leche fueron bajos en ambas épocas, relacionados con la baja disponibilidad de pastos y alimentos voluminosos, mostrando variabilidad entre los dos periodos. La calidad de la leche en el periodo evaluado cumplió con los parámetros establecidos en el II trimestre del primer año en estudio, viéndose disminuida la reductasa en los trimestres I, III y IV el cual produjo una caída del pago por este concepto. Los resultados del estudio sugieren la necesidad de buscar alternativas que aseguren la adecuada alimentación de los animales y se incrementen las producciones.
Palabras claves: leche, calidad, producción, caña

ABSTRACT

The work was developed under conditions of production, in a natural pasture system and cane. With the objective of knowing the behavior of milk production and its quality. Milk production data and quality were used for the period from January 2014 to March2015. The values obtained for milk production were low in both seasons, related to the low availability of pastures and bulky foods, Showing variability between the two periods. The quality of milk in the evaluated period met the parameters established in the second quarter of the first year under study, reducing the reductase in the I, III and IV quarters, which caused a fall in payment for this concept. The results of the study suggest the need to look for alternatives to ensure the adequate feeding of animals and to increase yields.
Keywords: milk, quality, production

INTRODUCCIÓN

La alimentación del ganado bovino es determinante en el costo de la producción, el cual se ha visto seriamente afectado por el aumento del precio de los granos. Estas razones, entre otras, ha incrementado el interés por hacer mejor uso de los recursos disponibles en las fincas, como son la siembra de pastos mejorados y un manejo adecuado de los mismos, así como la siembra de cultivos que permitan cubrir el déficit de materia seca que se produce en el periodo poco lluvioso, entre ellos el King Grass, la caña y los subproductos de la industria. Obligando a suplementar y complementar para lograr mejores rendimientos por hectárea. Esta suplementación es más necesaria en épocas de sequía o exceso de lluvias, cuando la calidad y la producción de pastos bajan sustancialmente. (Padilla, 2000)

La ganadería actual está encaminada a mejorar las producciones, y la productividad sin dejar de velar por la calidad de sus productos para mantener una oferta de consumo de leche fresca, pasteurizada y sus derivados lácteos, beneficios que se han mantenido por el apreciado valor nutritivo de estos alimentos y su importancia sobre todo por la ración diaria de los niños, los ancianos y los enfermos. La calidad es un instrumento para elevar la productividad, reducir los costos e incrementar las ventas y los beneficios (Villoch, 2002). Como objetivo en este estudio nos planteamos Evaluar el comportamiento de la

producción de la leche y su calidad en vacas complementadas con caña de azúcar en el periodo poco lluvioso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizó la información de la producción y calidad de la leche correspondiente al periodo de un año (Enero 2014-Marzo 2015). Se trabajo con un total de 31 vacas en ordeño. Los datos fueron tomados de la información estadística de la Empresa y los registros individuales de los animales. Se utilizaron los resultados aplicados por la Pasteurizadora quincenalmente y del laboratorio de la Empresa.
Para el estudio de los aspectos físico- químicos se realizaron análisis de densidad, grasa, sólidos no grasos y sólidos totales, y las norma cubanas NC: 119: 2001 (densidad), NC: ISO: 2446:2003 (Grasa).

Descripción de unidad experimental
La unidad presenta un área total de 81.29 ha, distribuidos de la siguiente forma: área de pasto 64,45 ha, dividida en 14 cuartones con un área promedio es de 5,0 ha, a la producción de forraje se dedican 16.84 ha y de ellas destinadas a caña 6.95 ha, King Grass 9.89 ha. Cuenta además con una sala de ordeño, este se efectúa de forma manual, realizándose dos veces al día, uno en la mañana y otro por la tarde. Tiene un cuartón de maternidad no siendo siempre utilizado con este propósito.

Variables a medir

- Resultados de la producción de leche por trimestres en el año en estudio (enero 2014-enero 2015)
- Análisis de calidad de la leche en el año 2014, analizados por trimestre
- Análisis de calidad de la leche en el primer trimestre de 2014 y primer trimestre de 2015).

Se hizo un análisis estadístico utilizando el paquete estadístico Infostat, versión 2011, realizándose análisis descriptivo y comparación aplicando dócima de Duncan

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los indicadores productivos por trimestre en el año 2014 y el primer trimestre del 2015, donde la producción láctea estadísticamente fue diferente ($p<0.05$) en todos los trimestre, reportándose la mayor producción en el tercer trimestre, coincidiendo con el periodo lluvioso en el cual hay un mejor comportamiento de los indicadores como expresión de una mayor disponibilidad y calidad de los pastos Capdevila *et al*., (2002). En el primer trimestre de ambos años los litros por vacas se encontraban por debajo de 4 /litros/vacas/días, asociada con el período poco lluvioso donde los pastos expresan su menor disponibilidad y baja calidad limitando a las vacas en su potencial productivo (Febles, 1973). Por lo que se debe lograr una alimentación balanceada con el suministro de otras fuentes alimenticias.

Tabla 1. Resultados productivos por trimestres en el periodo en estudio.

Resultados productivos	2014				2015
	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV	Trimestre I
Producción de leche total (L)	7380a	10283c	12788d	9828b	4680e
Vacas en ordeño.	24a	25a	25a	23a	16b
Litros/vacas/día, promedio	3.42a	4.53b	5.56b	4.70b	3.22a

*Letras desiguales en una misma fila difieren para $p<0.05$.

Los valores de la grasa (tabla 2) se encuentran dentro de lo establecido en la NC que establece para este parámetro un valor mínimo de 3.20%, siendo ligeramente inferiores en el II trimestre que se corresponde con el inicio del periodo lluvioso donde disminuye. La grasa es el componente que sufre mayores cambios y esto coincide con Hernández, 2005 que lo atribuye a efectos genéticos, fisiológicos y nutricionales. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que la nutrición ha sido considerada, como el primer factor de influencia en la composición de grasa en la leche Los resultados de la densidad se comportaron dentro de los parámetros establecidos en todos los trimestres del año 2014, Al igual que Los SNG se comportaron dentro de los parámetros establecidos. La época del año tiene un marcado efecto sobre la composición de la leche

cruda, siendo los valores de grasa, SNG, ST y densidad afectados de una manera significativa, lo cual puede estar dado por condiciones medioambientales y de manejo desfavorables (García, 1999).

Tabla 2. Análisis de calidad de la leche del año 2014 distribuido en trimestres.

Análisis de calidad	2014				
	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV	Valores normales
Grasa, promedio (%)	4.26	4.15	4.24	4.21	3.20 %
Reductasa, promedio (h)	4.2	5.3	4.8	4.2	+de 4:30 horas
Densidad, promedio (g/ml)	1.030	1.030	1.030	1.030	1,029 -1,034g/ml
SNG, promedio (%)	8.49	8.47	8.43	8.48	8.20%,
Precio de la leche ($)	1.91	2.49	2.12	1.91	

En el caso del Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM) o lo que se conoce comúnmente como reductasa se aprecia que en los trimestres I y IV fueron inferiores los valores clasificándose la leche como clase B. Por ello el pago de la leche se vio afectado por este parámetro siendo el pago de $1.91.La producción de leche con calidad higiénica, es muy compleja, e interactúan innumerables factores todos de una manera u otra se encuentran relacionados (Villoch, 2002**;** Hernández, 2005).

Tabla 3. Análisis de calidad de la leche distribuidos en los dos primeros trimestres de los años en estudio.

Análisis de calidad	2014	2015
	Trimestre I	Trimestre I
Grasa, promedio (%)	4.26	4.30
Reductasa, promedio (h)	4.2	4.2
Densidad, promedio (g/ml)	1.030	1.030
SNG, promedio (%)	8.49	8.47
Precio de la leche ($)	1.91	1.91

Al analizar el primer trimestre de los años 2014 y 2015 (Tabla. 3) se evidencia que no existen variaciones significativas entre los parámetros analizados no siendo así para la reductasa reflejando valores inferiores clasificándose la leche como clase B por lo que en estos dos trimestre se mantienen con un precio bajo. El precio al cual se comercializa la leche refleja las condiciones que hacen variar este indicador (cuando se afecta el TRAM por mala manipulación, conservación y densidad, etc.)

CONCLUSIONES

- La producción de caña fue utilizada como complemento en el periodo poco lluvioso, cubriendo el déficit de materia seca en este periodo y sostuvo niveles de producción de leche por encima de los tres litros de leche.
- La calidad de la leche se vio afectada por los valores reductasa que superaron los límites normales de 4.30 indicando valores elevado de microorganismos lo que produjo una caída del pago por este concepto.

BIBLIOGRAFÍA

1. García,A . 1999. Ciencia de la leche. Principios de Técnicas lecheras. Compañía Editorial Continental S.A. España.

2. Capdevila, J; Victoria, Z; Ponce, P; Martínez, I. 2002. Caracterización físico-química de la leche de búfala proveniente de mezclas en cuba. Efecto del mes y la época del año. *VI World Buffalo Congress. The Buffalo: an Alternative for animal Agriculture in the Third Millenium.* (Mayo, 20-23), Maracaibo, Zulia, Venezuela. Pp. 384-391.

3. Villoch A 2002 .Buenas Prácticas agropecuarias para la producción de leche. Sus objetivos y relación con el código de higiene. Revista de Salud Animal .Versión ISSN 0253-570N. Rev Salud Anim V.32n.3 La Habana sep-dic-
4. Febles, G.1973.efecto del pastoreo y corte en la composición botánica y los rendimientos de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Rev. Cub. Cienc. Agric. 7: 2

5. Hernández, R. 2005.Efecto de la época del año sobre el comportamiento de la producción y la composición de la leche en tres genotipos bajo silvopastoreo. Departamento de Lactación. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

6. Padilla, C. 2000. Situación ganadera actual. En: Taller "Renovación y Recuperación de los Pastos en Cuba" por el 35 Aniversario Instituto de Ciencia Animal.

7. Norma cubanas NC: 119: 2001 (densidad), NC: ISO: 2446:2003 (Grasa).

8. Infostat, versión 2011.

COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO ENSILADO (AE) CON EL USO DE SUBPRODUCTOS Y DESECHOS DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA Y DE LAS PRODUCCIONES AGRÍCOLAS

BEHAVIOR OF SILAGE FEED PRODUCTION (AE) WITH THE USE OF BY-PRODUCTS AND WASTES OF SUGAR AGRICULTURE AND THE AGRICULTURAL PRODUCTION

Vázquez, A*[1], Lezcano, P[1], Rodríguez, A[2], Díaz, E[2], Pérez O[1], Pérez, D[1]

[1]Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central km 47½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
[2]Central Héctor Molina, San Nicolas de Baris, Mayabeque, Cuba
avazquez@ica.co.cu

RESUMEN

A la tecnología de producción del Alimento Ensilado en Cuba se le realizan los estudios de prefactibilidad económica en el año 2012 y el presente trabajo actualiza cómo se comportan en el tiempo la disponibilidad de materias primas, para su sostenibilidad. Los datos recopilados con ayuda de la Oficina Nacional de Estadística demuestran que la producción de boniato se ha incrementado en los últimos 4 años en un 64%, la producción de crema Sacharomyces cerevisiae y de vinaza siguen cubriendo la demanda del Alimento Ensilado, esto ha permitido dejar de emitir al ambiente 11 000 t de CO_2 y tener sólo un consumo de 6.7 kW por tonelada producida. Se han dejado de importar 34 800 t de maíz para un ahorro por sustitución de importaciones de 6.9 millones de USD. El nuevo alimento ha contribuido a mantener los niveles de producción de carne de cerdo en el país.

PALABRAS CLAVE: alimento, sostenible, ahorros, cerdo.

ABSTRACT

The technology of production of the Food Silage in Cuba is carried out the studies of economic pre-feasibility in the year 2012 and the present work updates how the availability of raw materials in the time, for its sustainability. The data collected with the help of the National Bureau of Statistics show that sweet potato production has increased in the last 4 years in a 64%, the production of cream Saccharomyces cerevisiae and of vinasse still covers the demand of the Silage Food, this has allowed to stop emitting 11 000 tonnes of CO2 into the environment and to only have a consumption of 6.7 kW per tonne produced. 34,800 tonnes of maize have not been imported for an import substitution savings of USD 6.9 million. The new food has helped to maintain pork production levels in the country.

KEY WORDS: Food, sustainable, savings, pig.

INTRODUCCIÓN

El hambre es un flagelo que afecta a decenas de países en el mundo, donde la carencia nutricional es extremadamente grave, unido al crecimiento demográfico (FAO, 2017a). La carne de cerdo es una de las más producidas y de mayor consumo per cápita a nivel mundial, con una producción estimada para el año 2016 de alrededor de 110 millones de toneladas de carne, según USDA - ERS (2016).
La alimentación porcina establece una competencia directa con la humana y cada vez más los mercados internacionales exigen que se profundice el destino del maíz para el consumo humano y en los últimos años se busca diversificar su industrialización para otros usos, básicamente para la fabricación de biocombustibles (etanol a partir del almidón). Este fenómeno trajo como resultado un aumento vertiginoso en los precios del

maíz en el mercado internacional en los últimos años, según reportes de la FAO (2017) el año 2016 concluyó con elevados precios de los concentrados y de las materias primas, con valores promedio de 177.5 y 420 dólares por tonelada de maíz y soya, respectivamente.
Cuba en el año 2016, cerró con una producción de carne de cerdo de 194 976 toneladas (Martín, 2017), no cubriendo las necesidades actuales de la isla. Las materias primas que se importan para la producción animal, presentan en reiteradas ocasiones mala calidad a su arribo a puertos cubanos y no cubren las necesidades del país, por lo que se ve afectada la producción animal. Al crear el Alimento Ensilado (**Patente 2013-0122 con Resolución de concesión No. 4155/2016)** para la alimentación de los cerdos dio la posibilidad de diseñar y establecer una tecnología de producción industrial para obtener un alimento alternativo, no convencional e inocuo, único de su tipo para su incorporación al balance nacional de los piensos. Estudios de prefactibilidad económica realizados en el año 2012 avalaron que se podía producir carne de cerdo más barata por esta vía. Ver como se ha comportado la producción de Alimento Ensilado (AE) en los cuatro años de establecida la tecnología y cómo se comportará en el 2017, es tema de estudio del siguiente trabajo. Por ser la producción porcina uno de los sectores priorizados que componen el programa alimentario (Orta, 2014), el Ministerio de Economía y Planificación aprobó inversiones para la construcción de 11 plantas para la producción industrial del AE en Cuba, con el objetivo de sustituir importaciones de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La disponibilidad de materias primas para la elaboración del AE fue analizada para realizar los estudios de prefactibilidad económica y ver la sostenibilidad en el tiempo de una tecnología que se le ponían inversiones superiores a los 4 millones de CUP y 1.4 millones de USD.
Se estudió cómo se fueron comportando las materias primas para la producción de AE en los últimos 4 años, teniendo en cuenta los datos de la Oficina Nacional de Estadística. Conocer las producciones de alcohol en el tiempo, para cuantificar la crema de levadura Saccharomyces cerevisiae y la vinaza que se generan a partir de esta producción, nos da la medida de la sostenibilidad del AE. La crema de levadura Saccharomyces cerevisiae es un subproducto proteico de bajo contenido energético, que se produce a razón de 27 kg de crema por hL de alcohol, que tiene (18 a 22% de MS, 34 a 35% de PB y pH de 4.5 a 4.7) y que la vinaza es el desecho de igual producción y que se produce a razón de 12 a 15 L por cada litro de alcohol destilado a 100º G.L (Gay Luzac) (de la Cruz 2002), que presenta pH (3.5 a 4.5), 27 a 32% MS, 28 a 32% de sólidos solubles totales y de 8 a 10% PB, (García et al. 2015). La miel B (75-80°BRIX), se genera después de la extracción de alrededor del 80% de la sacarosa existente en la meladura concentrada y se produce a razón de 53 kg por tonelada de caña procesada.
Las vinazas de destilería presentan alto contenido de ácidos orgánicos y aproximadamente 93% de agua, 2% de compuestos inorgánicos (potasio, calcio, sulfatos, cloruros, nitrógeno, fósforo), 5% de compuestos orgánicos y con una Demanda Química de Oxígeno (DQO) entre 60 y 80 kg/m3 (Pérez et al. 2008, Lezcano y Mora 2005, Pérez 2011).
Las raíces y tubérculos empleados (boniato, yuca, plátano, ñame) en la obtención del AE, se estudiaron ampliamente de forma individual y combinada por diversos autores con excelentes resultados productivos (Valdivie 2012 y Lezcano 2013) y constituyeron antecedentes para obtener el nuevo alimento. El boniato fue la raíz aceptada para su producción a escala industrial, por obtenerse los mayores rendimientos por hectáreas y para las que pueden crearse las condiciones para este fin. El plátano, la yuca se aprovechan cuando no están aptos para la alimentación humana y el ñame cuando se genere de la producción de malanga.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Grupo Empresarial Azcuba rige la producción de AE, siendo uno de los alimentos validados para su uso en la alimentación animal. El crecimiento de la producción de azúcar en los últimos años ha permitido que de igual manera exista un incremento en la producción de mieles y alcohol, donde las producciones de este último se muestran en la tabla I.

Tabla I. Producción de alcohol

Derivado	*2010*	*2011*	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*
Alcohol (Millones de hL)	0,82	0,8	1,01	1,16	1,2	1,27

El incremento de la producción de alcohol garantizó que las materias primas (crema y vinaza) sigan siendo el 40% de la formulación del AE, cubriendo la demanda para su elaboración a escala industrial. Como se comportaron las materias primas para producir AE, se muestran en la tabla II.

Tabla II. Disponibilidad de materias primas

Materia prima	*2010*	*2011*	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*
Crema de Saccharomyces (Miles de hL)	23,92	23,38	29,29	33,91	35,07	37,12
Vinazas (Millones de hL)	14,91	14,54	18,36	29	30	31,75
Miel (Miles de t)	277,1	320,2	456,0	465,3	505,7	520,7

Los incrementos de la producción de mieles de caña, han permitido garantizar su permanencia en un 20% dentro del AE. Existen posibilidades de implementar otras variantes de AE, donde los niveles de miel pueden llegar hasta un 40 % dentro de la formulación del AE y que en estudios preliminares esas variantes resultaron muy atractivas desde el punto de vista económico y nutricional para la especie porcina.
La generación de altos volúmenes de vinaza permite: garantizar la necesaria para el AE, que se utilice el 40% para fertirriego por la disponibilidad de sistemas para estos fines y que se utilice en la alimentación animal.
El incremento de la producción de alcohol ha permitido, garantizar la crema de levadura Sacharomyces cerevisiae del AE, cubriendo el 100% de la demanda máxima establecida, según capacidad instalada. Esto hace que hoy no exista la necesidad de efectuar un manejo inadecuado de las mismas.
La figura 1 refleja cómo se comportaron las producciones de boniato en Cuba en los últimos años.

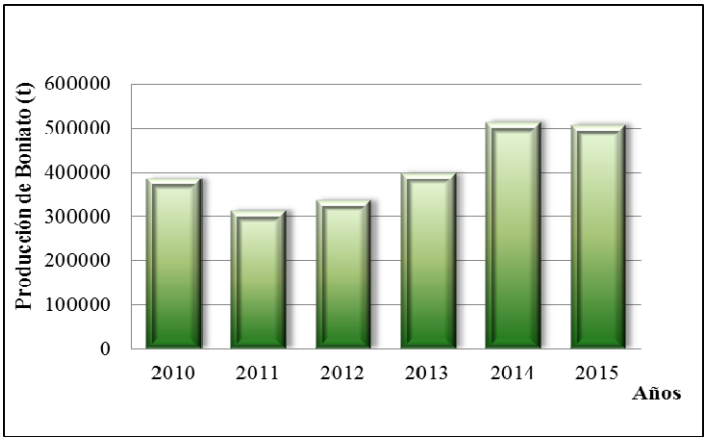


Fig. 1 Producción de boniato

La Figura 1 muestra como la producción de boniato ha tenido un despegue desde el año 2011, lo que si bien no se puede asociar a la producción de AE, se puede asegurar de que existen desde ese entonces a la fecha mayor cantidad de boniato destinado a la alimentación animal, con producciones superiores a las 512 000 t en el 2014. En el 2015 hubo un ligero decrecimiento de la producción de boniato.
Las producciones de boniato en Cuba han estado afectadas por sus bajos rendimientos, el 2015 fue ejemplo de lo planteado, teniendo en el sector no estatal solamente en ese año 9.15 t/h, existiendo un ligero decrecimiento de la producción de boniato (506 839 t), situación asociada a las condiciones climáticas, los insuficientes sistemas de riego y la infestación por Tetuán, que se acrecienta cuando la disponibilidad de agua de las plantaciones se reduce. El sector no estatal garantiza el 96% de las viandas para este fin.
Con garantía de las materias primas se han producido hasta la fecha más de 115 000 t de AE, que han sustituido más de 34 800 t de maíz, para un ahorro por sustitución de importaciones superior a los 6.9 millones de USD, para una producción de carne de cerdo en pie de aproximadamente 20 900 t. El país desarrolla el ganado porcino, como fuente de proteína de origen animal por ser uno de los eslabones que componen el programa alimentario (Orta, 2014).

Se han dejado de emitir al ambiente más de 11 000 t de CO_2 y se han dado un uso eficiente a 34 500 t de crema de levadura Saccharomyces cerevisiae, todo esto con un consumo de energía por tonelada producida de 6.7 kW.

CONCLUSIONES

1. La tecnología para producir el AE sigue disponiendo de fuente energética (miel B), de desecho contaminante (vinaza) para sustituir los ácidos orgánicos e inorgánicos de origen industrial, de fuente proteica (crema de levadura Saccharomyces) y de fuente energética del tipo amilácea (boniato).
2. El diseño propuesto y la tecnología establecida no permiten que se genere desechos contaminantes del medio, ni que se incurran en altos consumos de energía por tonelada producida.
3. La estabilidad de la tecnología y el uso del AE han contribuido a mantener los niveles de producción de carne de cerdo en el país, sustituyendo importaciones de maíz.

REFERENCIAS

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. Seguridad alimentaria y nutricional para América Latina y el Caribe
FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. Seguimiento y análisis de precios alimentarios. USDA-ERS. 2016. Livestock, Dairy y Poultry Outlook, https://www.ers.usda.gov/publications.
Martin, M. 2017. Desde el 2010 Cuba no importa carne de cerdo. Diario Juventud Rebelde. Enero 2017.
Lezcano, P., Vázquez, A., García, Y., Bolaños, A., Bocourth, R., Sosa, D., Rodríguez, Y., Pérez, O. 2013. Alimento ensilado de forma industrial para la producción animal y procedimiento de obtención. Resolución de concesión No. 4155/2016 Patente 2013-0122 (Departamento de Registro OCPI). Cuba. 2016
Orta, Y. 2014. Para que la carne de cerdo llegue a la mesa. Mesa Redonda. http://mesa redonda.cubadebate.cu/mesa redonda/2014/04/22/para-que-la-carne-de-cerdo-llegue-a-la-mesa.
Garcia, Y., Sosa, D., Boucourt, R., Scull, I. 2015. Caracterización Química de un alimento ensilado para cerdos. Rev Cubana de Cienc Agríc. 49 (1): 91-92
Pérez, I., Garrido, N. & Ramil, M. 2008. Tratamiento de efluentes de la industria alcoholera ventajas y desventajas. Revista Ingeniería Química, 455:148-157
Valdivié, M. & Bernal, H. (comps.). 2012. Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Universidad Autónoma de Nuevo León, México-EDICA, Instituto de Ciencia Animal, Cuba, 230 p.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL POTENCIAL FORRAJERO DE NUEVE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN CONDICIONES DE SECANO RECOMENDADAS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

AGRONOMIC PERFORMANCE OF FORAGE POTENTIAL OF NINE SUGARCANE CULTIVARS IN WATER LACK CONDITIONS RECOMMENDED FOR ANIMAL FEEDING

Hermida Y*, Fernández Y [1], Pedraza R. M [2], Llanes A [1], Torres I. C [1], Zambrano N. Y [3].

1- Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental. Florida. Camagüey. Cuba. Email: yusbel.hermida@eticacm.azcuba.cu
2- Centros de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte". Cuba. Email: redimio.pedraza@reduc.edu.cu
3- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba. Email: yumarys@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Para evaluar el comportamiento agronómico en condiciones de secano de nueve cultivares de caña de azúcar con potencial forrajero recomendados para la alimentación animal se realizó un estudio en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental de Florida, Camagüey. Se evaluaron las variables agronómicas: longitud del tallo; diámetro del tallo; número de hojas activas; área foliar; número de tallos por m^2; índice de relación hoja: tallo; producción de biomasa verde de tallos y cogollos y la producción de biomasa verde integral. Las evaluaciones se realizaron a los 11 meses de edad y en condiciones de secano, de los nueve cultivares evaluados con potencial forrajero mostraron los mejores resultados agronómicos por sus características la B80250, My5514, C90-530 y C137-81, en cuanto a la producción de biomasa verde del cogollo los resultados superiores los alcanzaron la B80250 y la C137-81,con una producción de 45.97 y 44.53 $t.ha^{-1}$, muy superior al que presentaron los demás cultivares de la muestra, de manera integral en la producción de biomasa el mejor resultado lo mostró la My5514 con 12.84 $t.ha^{-1}$ más en relación con la B80250, que resultó ser el cultivar con los valores más próximos a este nivel de producción.
Palabras Clave: Caña de azúcar, comportamiento agronómico, potencial forrajero, condiciones de secano.

ABSTRACT

In order to evaluate the agronomic performance in dry conditions of nine sugar cane cultivars with feed potential recommended for animal feeding, a study was carried out at the Territorial Research Station of the Central-Eastern Sugar Cane of Florida, Camagüey. The agronomic variables were evaluated: height of the plant; Stalk diameter; leaves active Number; Leaf area; stalk number per m^2; Leaf: stalk relation; green biomass production of stalks and sugarcane top and the whole green biomass production. The evaluations were carried out at 11 months of age and under water lack conditions, of the nine cultivars evaluated with forage potential showed the best agronomic results due to their characteristics B80250, My5514, C90-530 and C137-81, in regard to the green sugarcane top production, the results superior were reached by the B80250 and C137-81 cultivars, with a production of 45.97 and 44.53 $t.ha^{-1}$, higher results than the other cultivars of the sample, the best result in the whole biomass production was shown by the My5514 cultivar with 12.84 $t.ha^{-1}$ more than B80250 which is the most next cultivar to production level.
Keywords: Sugarcane, agronomic performance, forage potential, water lack conditions.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) empleada como forraje verde, representa una valiosa alternativa al déficit de alimento para el ganado en la época seca, particularmente en la zona tropical. Ello se basa en que es la gramínea que alcanza los mayores rendimientos de materia seca, aún en condiciones rústicas de cultivo, y su valor energético a diferencia del de las demás gramíneas, es máximo en esta época (1).

No existen dudas de que el aumento y la disminución de los rendimientos en las áreas cañeras se encuentran estrechamente relacionados con el éxito de los cultivares predominantes (2) y que los cambios periódicos de cultivares de caña de azúcar tienen como propósito fundamental superar permanentemente los niveles de producción (3).Sin embargo, son pocos los trabajos realizados en la selección de cultivares con la finalidad de obtener forraje para los animales.

La caña de azúcar para uso pecuario reúne características un tanto diferentes de las buscadas para la producción industrial de azúcar. Se prefieren las de períodos vegetativos cortos, de rápido crecimiento y alta producción de biomasa, de buena relación tallo/hojas, persistentes al corte y resistentes a las plagas (4).

En Cuba su uso en la alimentación de rumiantes ha devenido una práctica importante (5), ya que es poco probable que los pastos y forrajes predominantes, logren rendimientos mayores a 15 toneladas de materia seca por hectárea, en condiciones de secano. Como cultivo forrajero la caña de azúcar puede rendir hasta 170 t de forraje verde/ha/año, además es cosechada durante el período seco, donde evita los gastos relacionados con la conservación de forrajes (6).

Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de nueve cultivares de caña de azúcar con potencial forrajero recomendados para la alimentación animal en condiciones de secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Centro-Oriental Camagüey. La misma se encuentra situada en el municipio Florida. El estudio se desarrolló en un suelo del tipo Pardo con Carbonatos (7).Se consideraron las condiciones climáticas que prevalecieron durante el período en que se desarrolló el estudio. Temperatura media en ^{0}C, Humedad relativa en % y precipitaciones en el periodo enero-noviembre en mm. Estación Agrometeorológica de Florida (2016).

La plantación se efectuó en el mes de enero de 2016. Se utilizó un marco de plantación de 0,40 m x 1,20 m. Las atenciones culturales se realizaron según lo establecido por el MINAZ-INICA (8). El experimento se llevó a cabo en condiciones de secano.

Se estudiaron los cultivares de caña de azúcar B80250, My5514, C86-12, C323-68, C86-503, C90-530, Co997, C132-81 y C137-81, los que fueron evaluados y recomendados para la alimentación animal por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), (9).

El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con tres réplicas. El área de cada unidad experimental fue de 36 m^2 (7,5 x 4,8 m) con cuatro surcos de 7,5 metros de largo por cultivar. Se evaluaron las características agronómicas: longitud del tallo, el número de tallos por m^2, el diámetro del tallo, el número de hojas activas; el área foliar; el índice de relación hoja: tallo; así como el comportamiento de la producción de biomasa verde del cogollo y del tallo y la producción de biomasa verde integral. Se evaluaron cinco plantas por réplica.

La colección de las muestras se realizó a los 11 meses posteriores a la plantación; para determinar la longitud de los tallos se usó una regla graduada en centímetros midiéndose desde la base hasta el primer *dewlap* visible. El diámetro del tallo se obtuvo con el uso del pie de rey en milímetros, fue medido en el entrenudo +7 como expresa la metodología. El número de hojas activas se determinó según (10). El índice de área foliar se determinó según (11). La determinación de la producción de biomasa se realizó por el pesaje de las parcelas.

Se creó una base de datos con toda la información obtenida en las evaluaciones realizadas, determinándose las medias y errores estándar según cada caso. Se realizaron análisis de varianzas y sus diferencias por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Todo el procesamiento estadístico se realizó con el uso del paquete SPSS para Windows, versión 15.0 (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se relaciona el comportamiento agronómico de los nueve cultivares evaluados y recomendados para estos fines. Se aprecia que los valores obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas entre cultivares para todas las variables evaluadas en el estudio.

Para el número de hojas activas los mejores resultados los muestra la C90-530, mientras que las de mayor área foliar son la B80250, la My5514 y la C90-530, el número de tallos que es una propiedad genética de cada cultivar está mejor representado por la B80250 y la C323-68. En el estudio se determinó que el cultivar con mayor diámetro del tallo fue la C132-81, la longitud de los tallos depende en gran medida de las condiciones climáticas en el período de análisis y de las atenciones culturales, los mejores resultados para ella los mostró la My5514, cultivar que se caracteriza por crecimiento acelerado en edades tempranas, el índice de relación hoja: tallo es el más importante en este grupo de características, la mejor relación la mostró la B80250.

Tabla I. Comportamiento de las variables agronómicas del potencial forrajero.

Cultivares	HA	A (dm^2)	NT	DT (cm)	LT (cm)	IRHT
B80250	6.7^{ab}	36.85^{a}	14.4^{a}	2.9^{abc}	199.3^{e}	0.57^{a}
My5514	6.3^{ab}	36.78^{a}	12.3^{b}	3.0^{ab}	246.3^{a}	0.37^{f}
C86-12	5.0^{c}	23.74^{cd}	9.9^{cd}	3.0^{ab}	231.2^{bc}	0.52^{c}
C323-68	6.8^{ab}	26.25^{bcd}	14.0^{a}	2.6^{cd}	227.2^{bcd}	0.36^{g}
C86-503	6.8^{ab}	30.93^{abc}	9.6^{d}	2.9^{abc}	220.2^{cd}	0.45^{d}
C90-530	7.5^{a}	35.89^{a}	11.9^{b}	2.6^{bcd}	238.2^{ab}	0.27^{i}
Co997	5.8^{bc}	29.34^{abc}	11.1^{bc}	2.4^{d}	187.8^{ef}	0.44^{e}
C132-81	5.0^{c}	20.57^{d}	9.1^{d}	3.1^{a}	213.7^{d}	0.29^{h}
C137-81	5.7^{bc}	32.18^{ab}	11.1^{bc}	2.9^{abc}	179.7^{f}	0.56^{b}
X□± E.S	6.2 ± 0.03	30.28 ± 0.51	11.50 ± 0.51	2.8 ± 0.51	215.94 ± 0.51	0.42 ± 0.51

HA: número de hojas activas. **A:** área foliar. **NT:** número de tallos por metro lineal. **DT:** diámetro del tallo. **LT:** longitud del tallo. **IRHT:** índice de relación hoja: tallo.

^{abcdefghi} Superíndices con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente Tukey ($p \leq 0.05$)

La Tabla II muestra diferencias estadísticamente significativas en la producción de biomasa verde, para la producción de biomasa verde del cogollo los mejores resultados los muestra la B80250 y la C137-81 con una producción de 45.97 y 44.53 $t.ha^{-1}$, el cual según (13) posee un mayor contenido de nutrientes y proteína que el tallo, así como posee fibras largas de alta calidad biológica que permite un aumento en el consumo por rumiantes.

Para la producción de biomasa verde del tallo los mejores valores se ven reflejados por la My5514 y la C90-530 con 101.95 y 94.93 $t.ha^{-1}$ los mejores resultados de forma integral en la producción de biomasa los posee la My5514 con 12.84 $t.ha^{-1}$ de más en relación con la B80250 que es la inmediata en el nivel de producción.

Tabla II. Comportamiento de la producción de biomasa según fracción de la planta.

Cultivares	PBVC ($t.ha^{-1}$)	PBVT ($t.ha^{-1}$)	PBVI ($t.ha^{-1}$)
B80250	45.97^{a}	80.45^{cd}	126.42^{b}
My5514	37.82^{b}	101.95^{a}	139.77^{a}
C86-12	37.08^{bc}	71.52^{d}	108.60^{c}
C323-68	33.63^{c}	93.30^{ab}	126.93^{ab}
C86-503	37.11^{bc}	83.20^{c}	120.31^{bc}
C90-530	25.31^{d}	94.93^{a}	120.24^{bc}
Co997	23.75^{d}	53.44^{e}	77.19^{d}
C132-81	24.27^{d}	84.93^{bc}	109.20^{c}
C137-81	44.53^{a}	80.16^{cd}	124.69^{b}
X□ ± E.S	34.38 ± 1.59	82.65 ± 2.78	117.04 ± 3.49

PBVC: Producción de biomasa verde del Cogollo **PBVT:** Producción de biomasa verde del tallo **PBVI:** Producción de biomasa verde integral

^{abcde} Superíndices con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente Tukey ($p \leq 0.05$)

Según (14) los cultivares de caña de azúcar seleccionados para uso forrajero y con potencial para la alimentación de bovinos deben poseer características agronómicas que garanticen altos rendimientos de

biomasa por unidad de superficie con altos niveles de consumo y producción, elementos estos que se logran en los cultivares que resultaron los de mayor significación en el estudio realizado.

CONCLUSIONES

A los 11 meses de edad y en condiciones de secano 1089.1 mm, de los nueve cultivares evaluados con potencial forrajero mostraron los mejores resultados agronómicos por sus características la B80250, My5514, C90-530 y C137-81.

En la producción de biomasa verde del cogollo los resultados superiores los muestra B80250 y la C137-81, con una producción de 45.97 y 44.53 $t.ha^{-1}$, muy superior al que presentaron los demás cultivares de la muestra, Para la producción de biomasa verde del tallo los mejores valores se ven reflejados por la My5514 y la C90-530 con 101.95 y 94.93 $t.ha^{-1}$.

Integralmente en la producción de biomasa el mejor resultado lo mostró la My5514 con 12.84 $t.ha^{-1}$ más en relación con la B80250 que es la inmediata en nivel de producción.

REFERENCIAS

1-Valle, A., S. Rodríguez, J. Palma, L. León y J. Loaiza.2007. Caña de azúcar para la alimentación de rumiantes.10. Complementación Jerárquica y elaboración de raciones. Carabobo pecuario. 167: 26-29.

2-Jiménez, G.E.; Pérez, P.J.; Herrera, Idalia & Velazco, Olga. 1990. Micropropagación "*in vitro*" de la caña de azúcar (*Saccharum sp.* híbrido). *Revista Centro Azúcar.* 17 (1):3

3-Chavanne, E.R.; Erazzú, L.E; Cuenya, María I.; Ahmed, M.A.; Espinosa, A.M.; García, María B. & Díaz, Carolina. 1997. RA 87-2: Una variedad promisoria de caña de azúcar de maduración temprana. *Avance Agroindustrial.* 71:12.

4-Urdaneta, J., Ruíz, C y Medina, W. (2005). Germinación de variedades experimentales y comerciales de caña de azúcar para selección con fines forrajeros. Caña de Azúcar, 23 (1-2), 5-15.

5-Martín P.C. 2004. La Alimentación del Ganado con Caña de Azúcar y sus Subproductos. Editorial EDICA, La Habana.

6-Álvarez, F.J. Experiencia con la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México. Consultado 26 de mayo de 2006. Disponible en http://www.fao.org/docrep/003/s8850e/S8850E06.htm

7-Hernández, J.; Ascanio, A y Morales, M. D. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos (4ta.ed.). Veracruz, México.

8-MINAZ-INICA. (2007). Instructivo Técnico para la producción y cultivo de la caña de azúcar (1ra. ed.). La Habana, Cuba: Autor.

9-Suárez, O., Jorge, H., García, H., Jorge, I., Felicia, M. (2006, octubre). Variedades de caña de azúcar para la alimentación del ganado vacuno. Documento presentado en el VI Congreso Internacional sobre Azúcar y 10-Derivados de la Caña. Diversificación 2006. La Habana, Cuba.

Kuijper, J. (1918). Voorgezettemetingenomtrent den lengtegroei van hetsuikerriet. Ned. – Indie, 26 (11), 163-216.

11-Ruiz Silvera, C., J. Urdaneta, J. Borges y O. Verde. 2009. Respuesta agronómica de cultivares de caña de azúcar con potencial forrajero a diferentes intervalos de corte en Yaracuy, Venezuela. Zootecnia Trop., 27(2): 1-8.

12-SPSS (2006). SPSS para Windows versión. 15.0.

13-Stuart, R. (2002). Selección de variedades de caña de azúcar forrajeras. El aporte del Instituto de Ciencia Animal. En memoria al Foro Internacional de la Caña de Azúcar y sus Derivados en la Producción de Leche y Carne, La Habana, noviembre 2002.

14-Albarracín, L., L. Sánchez y G. García. (2004, 7 de marzo). Caña de azúcar ensilada. Una alternativa de alimentación para el ganado bovino en confinamiento. [en línea]. Revista CORPOICA. Ciencia y tecnología agropecuaria, 4 (1). Recuperado el 6 de enero de 2015, de http://www.corpoica.org.co.htm/.

ESTUDIO EN CAÑA DE AZÚCAR DE DOS MÉTODOS DE PLANTACIÓN
STUDY IN CANE OF SUGAR OF TWO METHODS OF PLANTATION DENSITIES

Barquié O*; Gámez H.; Cobas A.; Peña M; Peña L; Barrera M
Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas (GESA) Carretera "El Salvador" Km. 1½ Montesano. Guantánamo, Cuba.
* e-mail: odalis.bp@inicagm.azcuba.cu

RESUMEN

En la producción de caña la siembra es uno de los procesos más costosos. Para estudiar el efecto de la cantidad de semilla por área se plantaron dos hectáreas de caña, a doble y triple trozos punta con punta, con la variedad de caña de azúcar C1051-73. Las evaluaciones se realizaron en cinco parcelas estacionarias dispuestas en forma de bandera inglesa. Fue empleado la prueba T de Student en el análisis estadístico. No hubo diferencias significativas en el número de tallos por hectárea en los dos métodos de siembra a partir del tercer mes, igualándose estos a los 6 meses de plantado. La semilla utilizada de más en la plantación de tres trozos representa un gasto adicional en dinero nacional en la provincia de 1 081 919,1 CUP y $791 714.4 CUC.
PALABRAS CLAVE: Variedad, métodos de siembra, punta con punta

ABSTRACT

In cane production, planting is one of the most expensive processes, the seed used is the stem and depending on the amount used per unit area the process will become more or less efficient. To study the effect of the quantity of seed for area, two hectares of cane were planted, one to double pieces and the other one to three pieces tip with tip, C1051-73 cultivar was used. The evaluations were carried out in five stationary parcels in form of English flag. As statistical analysis was carried out the test Student T. There were no significant differences in the number of stalks per hectare in the two methods of planting after the third month, even after 6 months of planting. The seed used more in the plantation of three pieces represents an additional expense in national money in the province of 1 081 919.1 pesos and $ 791 714.4 dollars.
KEY WORDS: Variety, plantation methods, tip with tip

INTRODUCCIÓN

En la producción de caña, la siembra es uno de los procesos más costosos, la simiente que se utiliza es el tallo y en dependencia de la cantidad utilizada por unidad de área el proceso se hará más o menos eficiente. En estudio mundial de los países productores de caña de azúcar (Fauconnier y Bassereau, 1979), plantean que un buen productor invierte 30 jornadas/hombre y 10 toneladas de semilla para plantar una hectárea de caña.

La cantidad de semilla usada por unidad de área es variable. En Hawai (Humbert, 1965) plantan de siete a diez toneladas de caña por hectárea. En muchos países cañeros es normal la siembra con 3 ó 4 hileras de trozos continuos para echar 12 toneladas de semilla por hectárea como se realiza en Brasil, Costa Rica, México, Venezuela y Estados Unidos (Álvarez, 1997). A finales del siglo XIX, Álvaro Reynoso en Cuba recomendó plantar 7.7 t/ha. En 1946 se reportó el uso de hasta 4.4 t/ha. (Agethe, 1946).

Las investigaciones desarrolladas por el INICA demostraron que la cantidad óptima de semilla para la siembra de caña fue 6-7 t. de caña/ hectárea. En los últimos años en Cuba se ha estado plantando la caña a tres trozos punta con punta lo que representa cerca de 12 toneladas de caña por hectárea cantidad que muchos han considerado excesiva. El objetivo del trabajo es el estudio en caña de azúcar de dos métodos de plantación bajo condiciones de producción comercial en la provincia de Guantánamo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue plantado en el suelo pardo con carbonato ligeramente ondulado, perteneciente a la Empresa Azucarera Guantánamo, en la unidad de producción de caña Mártires de Angola (Lote 1, campo 2). Se plantaron dos hectáreas de caña, utilizando las variantes: dos y tres trozos punta con punta (8 y 12 t de caña/ha., respectivamente), con separación entre surcos de 1.5 metros. Se empleó la variedad de caña de azúcar C1051-73. En cada método de siembra las evaluaciones se realizaron en cinco parcelas estacionarias de cuatros surcos de ancho y diez metros de largo, dispuestas en forma de bandera inglesa. La germinación se realizó a los 30 y 45 días de plantada y el conteo total de tallos por parcelas a los 60, 90, 120, 170 y 195 días a partir de los cuales se estimó el número de tallos por hectárea. Se determinó el porcentaje de incrementos o disminución de tallos por hectárea mediante la ecuación:

$$\%\ de\ \text{var}\,iariación\ \ de\ tallos = \frac{Último\ \ conteo\ \ de\ tallos - conteo\ \ precedente}{Último\ \ conteo\ \ de\ tallos} * 100$$

Se realizó ajuste del porcentaje de variación de tallos por meses mediante ecuaciones de regresión polinomiales de cuarto orden. Para el análisis estadístico fue empleada la Prueba t de Student, transformándose el número de tallos mediante la $\sqrt{x}$, antes de ser sometidos al análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación. El porcentaje de germinación a los 30 días fue superior en la variante de tres trozos punta con punta, resultando similar a los 45 días de plantado (Figura 1).

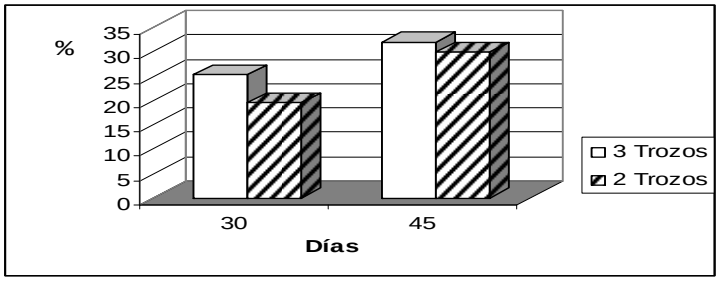


Fig. 1. Porcentaje de germinación por método de plantación.

No. de tallos por ha. El número de tallos por hectárea (t/ha) fue ascendiendo en los dos sistemas de plantación hasta los 120 días, a partir de lo cual comienza la declinación de los tallos, observándose la presencia de tallos secos y semi-secos de diferentes tamaños, la mayoría de estos con longitud inferior a 100 cm. Pudo observarse en el transcurso del tiempo que el número de tallos por hectárea en el método del doble trozo se fue acercando al del triple trozo hasta prácticamente ser iguales a los 195 días de plantados (Figura 2).

Porcentaje de variación de tallos. El porcentaje de incremento de tallos (Figura 3) fue superior hasta el cuarto mes en la variante de dos trozos, relacionado con un ahijamiento más intenso por tener menor cantidad de tallos germinados por metro lineales de surco y disponer de más espacio, a partir de los 135 días cesa el incremento de tallos y comienza la disminución causada por la mortalidad debido al efecto del sombreo sobre los tallos inferiores, el resultado negativo de la mortandad de tallos fue mayor en el método de tres trozos. En Java se reportó mortalidad de hasta el 50% de los brotes (Dillewijn, 1978).

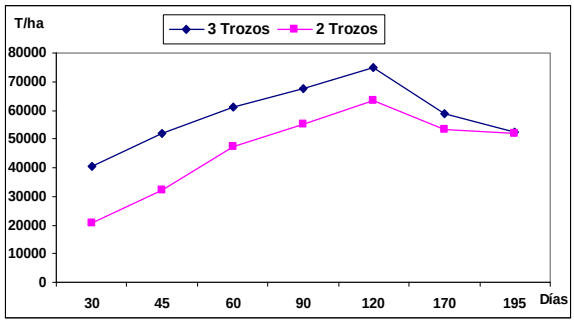


Fig. 2. Número de tallos por hectárea por días por método de plantación.

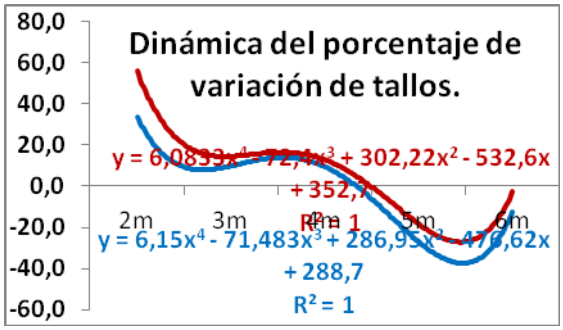


Fig. 3. Dinámica del porcentaje de variación de tallos por hectárea por meses.

Prueba de T de Student. A los 30 días de plantada la caña el método de siembra de tres trozos punta con punta resultó altamente significativo (tabla II) y superó al de dos trozos punta con punta en el número de brotes germinados, a los 60 y 90 días el mismo método de siembra continuó siendo superior pero bajando la categoría de significación. A partir de los 120 días de plantado el estudio no hubo diferencias significativas en ninguno de los dos métodos de plantación.

Tabla II. Comparación del número de tallos por hectárea por días en los dos métodos de plantación mediante la prueba t de Student.

Días	3 Trozos punta con punta	2 Trozos punta con punta	$T_{Calc.}$
30	40533,536	20833,438	3.03**
60	61100,306	47333,57	2.21*
90	67733,672	55333,61	2.09*
120	74833,708	63433,651	1.94 NS
170	58900,295	53533,601	1.22 NS
195	52433,596	52066,927	0.106 NS

* Significación 0.05 % ** Significación 0.01 %

Evaluación económica. Se dejan de plantar 240 hectáreas de caña comercial (tabla III), que son usadas en la producción del exceso de semilla que se utiliza en el sistema de siembra de tres trozos continuos punta con punta, ésta área con un rendimiento medio en la producción de 40 t/ha puede producir 960 t azúcar con un valor de $501 120.0. Teniendo en cuenta lo que se deja de recibir y el gasto adicional en divisa, la provincia pierde cada año con el método de 3t $791 714.4 CUC y 1 081 919,1 CUP

Tabla III. Pérdidas económicas por área comercial dejada de plantar por usarse para semilla.

Concepto	**Total de hectáreas plantadas al año**	**Rendim. Estimado (t ha^{-1})**	**Pérdida azúcar (t)**	**Valor en divisa**
Siembra adicional de semillas plantadas (3t) que no producen caña comercial.	240	40	960	$501 120,0

Al comparar los métodos de plantación pudo observarse mayor costo de las actividades en la siembra a tres trozos punta con punta porque representa trabajar con mayores áreas, volumen superior de semillas y emplear más fuerza de trabajo. La semilla que se utiliza en la plantación de tres trozos representa un gasto adicional de 1 081 919,1 CUP y $290 594,4 CUC en la Provincia de Guantánamo (tabla IV).

Tabla IV. Aspectos económicos de los métodos de siembra en estudio.

Actividades		Conceptos	1 ha		Provincia		
					Costo		Diferencia
			3T	2T	3T	2T	
Siembra	Corte manual caña verde y alza mecanizada	2.76 ton/8 hras	4,35	2,9	130500,0	86956,5	43543,5
		Combustib. (L)	3,0	2,0	$7.200,0	$4.800,0	$2.400,0
	Tiro caña	Operador (hrs)	6,0	4,0	22500,0	15000,0	7500,0
		Combustib. (L)	3,0	2,0	$7.200,0	$4.800,0	$2.400,0
	Distribuir caña campo	Hombres*horas	10*8	6,6*8	300000	198000	102000
		Combustib. (L)	10,0	6,6	$24.000,0	$15.840,0	$8.160,0
	Repique caña	Horas	8,0	5,3	30000,0	19875,0	10125,0
	Semilla utilizada	t	12,0	8,0	1566720,0	1240320,0	326400,0
Gasto Semilla	Semilla (rel. 1:4 y 20 % cobertura)	Hectárea	0,36	0,240	-	-	0,120
	Costo preparación	Dinero nac.	357,1	357,1	257112,0	171408,0	85704,0
	Costo preparación	Divisa	1000	1000	$720.000	$480.000	240000
	Fertilización semilla	Nitrógeno (t)	0,20	0,2	$86.400,0	$57.600,0	$28.800,0
		Operador (hrs)	2,42	2,42	3267,0	2178,0	1089,0
		Combustib. (L)	2,25	2,25	$1.944,0	$1.296,0	$648,0
	Cultivo mecanizado	Dinero nac.	11,82	11,82	8510,4	5673,6	2836,8
		Divisa	$6,66	$6,66	$4.795,2	$3.196,8	$1.598,4
	Limpia manual	Dinero nac.	36,48	36,48	26265,6	17510,4	8755,2
		Divisa	$5,47	$5,47	$3.938,4	$2.625,6	$1.312,8
	Aplic. herb. mochila (Finale)	Dinero nac.	18,19	18,19	13096,8	8731,2	4365,6
		Divisa	$21,98	$21,98	$15.825,6	$10.550,4	$5.275,2
	Cantidad semilla	t caña/ha	12	8	881280	391680	$489.600
	Costo total	Dinero nac.			3239251,8	2157332,7	1081919,1
		Divisa			$871.303,2	$580.708,8	$290.594,4

CONCLUSIONES.

1. La cantidad de tallos por área en los dos métodos de siembra se iguala a los 6 meses de plantado, sin diferencias significativas en el número de tallos a partir de los 90 días.
2. La semilla que se utiliza en la plantación de tres trozos representa un gasto adicional en la provincia de 1 081 919,1 CUP y 290 594,4 CUC.
3. Al plantar 240 ha. adicionales en la producción de semilla la provincia experimenta pérdidas de $501 120.0 CUC.
4. El uso del método de siembra de 3 trozos punta con punta ocasiona pérdidas totales a la provincia de $791 714.4 CUC y 1 081 919,1 CUP.

REFERENCIAS

1. Faucounier, R. y D. Bassereau: La caña de azúcar. Edit. Blume tuset. It Barcelona, 1975.pp. 51-85.
2. Humbert, R.: The growing of sugar cane. Elsevier publishing company. Pp. 710, 1963.
3. Álvarez, A. Para plantar bien la caña. Revista Cañaveral, ISSN: 1026-0781, Vol. 3 (2), 1997. pp. 2-7.
4. Agete y Piñero, F.: La caña de azúcar en Cuba. La Habana, 1947.pp. 602,
5. Dillewijn, C. Van: Botánica de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1978. pp. 460.

DIFERENTES TIPOS DE MANEJO EN CAÑA DE AZÚCAR, SU INFLUENCIA SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN VERTISOL PÉLICO
DIFFERENT TYPES OF USE OF THE EARTH IN CANE OF SUGAR, THEIR INFLUENCE ABOUT THE CHEMICAL PROPERTIES OF A VERTISOL

Martín, G[1]*, Angarica, E[2]*, Villazón, J[3]*, Serrano, A[1]*, Cobo, Y[1]*, Hernández, D.[1]

[1]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín
*E-mail: george.martin@inicahl.azcuba.cu
[2]Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente Sur
*E-mail: elio.angarica@inicasc.azcuba.cu
[3]Universidad de Holguín. Sede José de la Luz y Caballero, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Estudios de Agroecosistemas Áridos (CEAAR).
*E-mail: villazon@fac.uho.edu.cu.

RESUMEN

El trabajo se realizó con la información obtenida del Experimento de Larga Duración de Cultivo Continuado de caña de azúcar plantado en un VertisolPélico. Con los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT): ***Cosecha con Quema de Residuos*** (***CQDR***), ***Cosecha Verde sin Residuos*** (***CVSR***),y ***Cosecha Verde con Residuos*** (***CVCR***). Se tomaron datos de las determinaciones analíticas del pH, MO, fósforo y potasio asimilable, cationes intercambiables, COS, RAS, y el Rendimiento Agrícola. Se encontraron diferencias altamente significativas en el Ca^{2+} y de forma significativa en el Mg^{2+} en los diferentes TUT. El Na^{+} y el RAS, manifestaron diferencias significativas, teniendo grandes valores en el CQDR con respecto al CVSR y al CVCR.
PALABRAS CLAVE: Vertisol, TUT, Caña de Azúcar.

ABSTRACT

The work was carried out with the obtained information of the Experiment of Long Duration of Continuous Cultivation of sugar cane planted in a VertisolPélico. With the Type of Use of the Land (TUT): Harvests with Burns of Residuals (CQDR), Harvests Green without Residual (CVSR), and Green Crop with Residual (CVCR). They took data of analytic determinations of the pH (H_2O), Organic Matter (MO), phosphorus and assimilable potassium for the method of Oniani, interchangeable cations (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} and Na^{+}) cationes, Organic Carbon of the soil (COS), Relationship of Absorption of Sodium (RAS), and the Agricultural Yield (CTHA). They were highly significant differences in Ca^{2+} and in Mg^{2+} but significant form. Na^{+} and the RAS, they manifested significant differences, having big values in CQDR with regard to CVSR and to CVCR.
KEY WORDS: Vertisol, TUT, Sugar Cane.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas agrícolas (particularmente aquellos que promueven el uso de sistemas basados en el monocultivo), tienen más probabilidad de desestabilizarse debido a que una única especie representa una alta proporción del número total de plantas en el lugar. Particularmente son incapaces de realizar funciones protectoras como conservación del suelo, reciclaje de nutrientes y regulación biótica. El funcionamiento del sistema depende de la continua intervención humana, mediante la adición de productos químicos, mecanización e irrigación.

Además el uso excesivo de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, maquinaria agrícola pesada, el monocultivo y la deforestación que ha traído la modernización, han acelerado los procesos de erosión, desertificación, contaminación ambiental, reducción de la biodiversidad e incremento de las plagas y enfermedades (**1**).
Según (**2**), un aspecto importante en el análisis de sostenibilidad es determinar si existe o no la información específica de la o las variables que se desean analizar sobre el sistema en estudio. Por ello, es necesario definir las características del suelo en su condición original, lo que permitirá fijar el patrón o situación ideal, en el cual, el mismo debería permanecer bajo una condición de uso y cobertura adecuada, garantiza con ello su utilización prolongada de manera sostenida en el tiempo y el espacio, con un grado mínimo de deterioro (**3; 4**).
Constituye el objetivo del presente trabajo evaluar la variación de las características químicas del suelo en tres Tipos de Utilización de la Tierra, bajo cultivo continuado de caña de azúcar, durante 10 años de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con las informaciones obtenidas del Experimento de Larga Duración de Cultivo Continuado de caña de azúcar plantado en el año 1988 en un VertisolPélico(***5***), pertenecientes al Bloque Experimental de Cristino Naranjo de la EPICA de Holguín. Con los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT): ***Cosecha con Quema de Residuos*** (***CQDR***), ***Cosecha Verde sin Residuos*** (***CVSR***), ***y Cosecha Verde con Residuos*** (***CVCR***), el experimento estuvo vigente durante 10 años.
Se realizaron determinaciones analíticas de pH (H_2O), Materia Orgánica (MO), fósforo y potasio asimilable por el método de Oniani (PAO y KAO respectivamente), cationes intercambiables (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ y Na^+), Carbono Orgánico del Suelo (COS), Relación de Absorción de Sodio (RAS) y el Rendimiento Agrícola (CTHA), las determinaciones fueron realizadas según las Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica (**6**). El muestreo de suelo fue realizado a una profundidad de 0-20 cm.
Se analizaron los datos estadísticamente, mediante un Análisis de Componente Principales, Discriminante, análisis de varianza, así como la prueba de Duncan para la comparación de medias. Se utilizó el software STATISTICA 8, para los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del Análisis de Componente Principal (ACP), fueron identificadas las características del suelo que más influían en los diferentes Tipos de Uso de la Tierra, donde se alcanza un 79.75% de explicación de la varianza en las primeras tres dimensiones. En la **figura1** se muestran los vectores propios del ACP y las saturaciones de las componentes en las tres dimensiones. Destacándose todas las características del suelo por su posición jerárquica, menos el pH(H_2O), y el rendimiento agrícola (CTHA).

Variables	Dimensión		
	1	2	3
pH(H_2O)	-0.28	0.48	-0.03
MO	-0.98	0.07	-0.01
PAO	0.31	0.14	-0.75
KAO	0.47	-0.12	0.76
K^+	0.73	0.14	0.53
Ca^{2+}	0.30	-0.73	-0.44
Mg^{2+}	-0.22	-0.92	-0.13
Na^+	0.12	-0.87	0.27
CTHA	0.62	-0.01	0.66
COS	-0.98	0.07	-0.01
RAS	0.08	-0.83	0.31

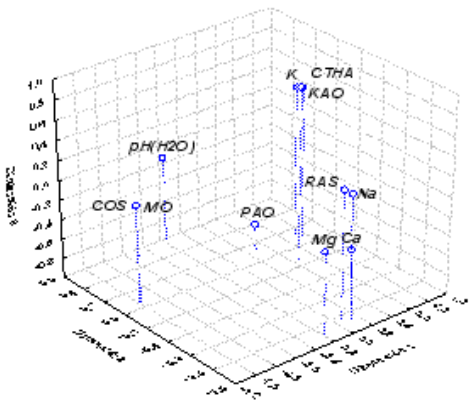


Figura1. ***Componentes Principales y las saturaciones en las componentes en el análisis de las características de suelo y el rendimiento agrícola del cultivo en un VertisolPélico.***

Se aprecia en la primera componente (dimensión 1, con un 37.28%), agrupándose en la parte positiva la MO y el COS; y en la parte negativa Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} y el RAS. En la segunda componente (dimensión 2, con un 63.89%), se encuentran en la parte positiva, el KAO, K y CTHA forman un grupo, es decir una relación directa entre ellos, y otro grupo por las variables PAO y pH(H_2O).
Para determinar las variables que más influyeron en los tipos de manejo se realizo un análisis factorial discriminante, mostrando una alta correlación con la primera dimensión (93.52%); como resultado de las características del suelo: calcio y sodio, son las que más pueden sufrir cambios con los años (**tablaI.**), ante la utilización de los diferentes Tipos de Utilización de la Tierra.

TablaI. ***Características de suelos incluidas en la función discriminante.***

Variable		λ	λ-parcial	F (2.90)	Valor de P	Significación
Ca^{2+}	**Cmol(+)Kg^{-1}**	**0.0816**	**0.1360**	**19.0565**	**0.0025**	**
Na^{+}	**Cmol(+)Kg^{-1}**	**0.0518**	**0.2140**	**11.0190**	**0.0098**	**
PAO	**mg.100g^{-1}**	**0.0298**	**0.3720**	**5.0641**	**0.0515**	n.s.
K^{+}	**Cmol(+)Kg^{-1}**	**0.0205**	**0.5420**	**2.5346**	**0.1593**	n.s.
M.O.	%	**0.0103**	**0.9241**	**0.2054**	**0.8209**	n.s.
KAO	**mg.100g^{-1}**	**0.0088**	**0.7963**	**0.6396**	**0.5658**	n.s.
Mg^{2+}	**Cmol(+)Kg^{-1}**	**0.0084**	**0.7574**	**0.8007**	**0.4993**	n.s.
COS	%	**0.0103**	**0.9242**	**0.2050**	**0.8212**	n.s.

La elevada diferencia que se alcanza entre los distintos TUT, a partir de las características del suelo consideradas, puede ser observada en la **figura2**, donde se refleja que la ***Cosecha Verde con Residuos*** presenta un comportamiento diferente al resto de los TUT, si se tiene en cuenta que se encuentran en los extremos opuestos de eje 1, que se corresponde con el mayor valor propio y que explica casi el 80% de las diferencias entre los TUT.
En la distribución de los grupos de TUT, se observa una alta diferencia, el primer grupo, ***Cosecha con Quema de Residuos*** forma un conjunto inferior; el grupo 2 ***Cosecha Verde sin Residuos*** bien establecido, encontrándose en los extremos opuestos de la dimensión 1, explica la diferencia entre ellos, y el grupo 3 ***Cosecha Verde con Residuos*** formó un conjunto superior.

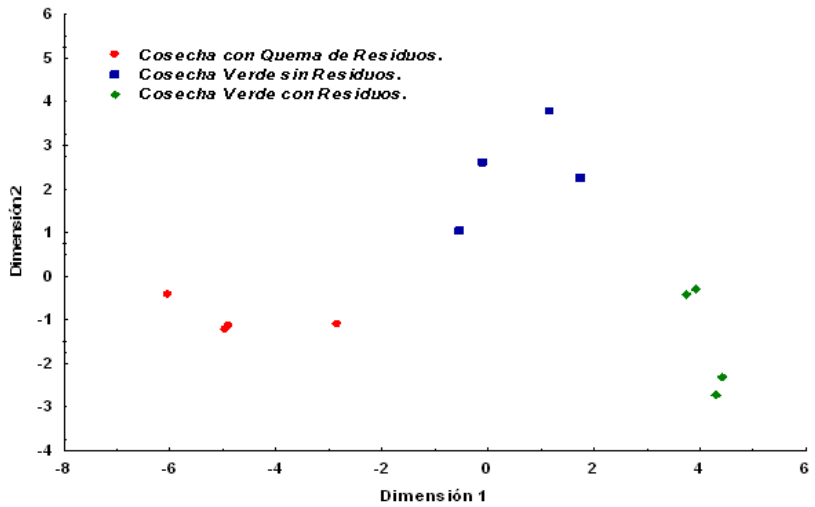


Figura2. ***Representación gráfica del análisis del Discriminante.***

En la Tabla II se puede observar como hay diferencias altamente significativas en el Ca^{2+} en los diferentes TUT, con valores iguales o superiores del CQDR y CVSR al CVCR, lo mismo sucede con el Mg^{2+} pero de forma significativa. En cuanto al Na^{+} y al RAS, este último depende del primero; hay diferencias

significativas, con grandes valores en el CQDR con respecto al CVSR y al CVCR. Resultados similares fueron obtenidos por(**7**).

TablaII. ***Valores promedio de las propiedades químicas de un VertisolPélico bajo diferentes Tipo de Uso de la Tierra de caña de azúcar.***

Variables	CQDR	CVSR	CVCR	Media	F. Cal.	E.S.
pH(H_2O) (-log(H^+))	8.04	8.08	8.07	8.07	1.350	0.01
MO (%)	1.90	1.93	1.94	1.93	1.239	0.02
PAO (Cmol(+).kg-1)	14.82	27.82	15.55	19.40	2.856	2.67
KAO (Cmol(+).kg-1)	0.64	0.53	0.62	0.59	3.174	0.02
K (Cmol(+).kg-1)	0.84	0.76	0.85	0.81	3.192	0.02
CA (Cmol(+).kg-1)	35.94 a	35.07 a	32.54 b	34.52	21.475 **	0.48
MG (Cmol(+).kg-1)	18.20 a	17.24 a	16.43 b	17.29	8.072 *	0.28
NA (Cmol(+).kg-1)	0.82 a	0.56 b	0.54 b	0.64	8.834 *	0.05
CTHA (t/ha)	64.36	56.98	63.15	61.49	3.740	1.67
COS (%)	24.70	25.12	25.22	25.01	1.099	0.23
RAS (%)	0.127 a	0.088 b	0.087 b	0.101	6.454 *	0.01

CONCLUSIONES

1. El Tipo de Utilización de la Tierra que se use afecta a largo plazo las características químicas de estos suelos; siendo el Ca^{2+} y el Na^{+}, las que más pueden sufrir cambios por el efecto de los TUT.
2. Se encontraron diferencias altamente significativas en el Ca^{2+} en los diferentes TUT, siendo iguales y superior CQDR y CVSR al CVCR; y en el Mg^{2+} pero de forma significativa. El Na^{+} y el RAS, manifestaron diferencias significativas, teniendo grandes valores en el CQDR con respecto al CVSR y al CVCR.

REFERENCIAS

1. Fernández, E. A., E. García, J. Campo, J. Barthelemy, F. Cuadras y Y. García. Los suelos y la fertilización de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar: Ciudad de La Habana. 2012. pp 19.
2. Ribón Carrillo, Martha A.; Salgado García, S.; Palma-López, D. J. &Lagunes-Espinoza, Luz Del C**.** Propiedades Químicas y Físicas de un Vertisol cultivado con caña de azúcar. INTERCIENCIA. 2003. Vol. 28 N° 3, marzo. 6 pp.
3. Jaiyeoba, I. A. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah. Soil Tillage Res. 2003. 70: pp 91- 98.
4. Santana, I., Maribel González y S. Guillen. (2012): Capítulo 5: Fertilización inorgánica y orgánica. Capítulo 6: Manejo de Malezas. Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. 2da edición. 2012. pp 74 y 109.
5. Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch Infante, D., Rivero Ramos, L. y Camacho Díaz, E.Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura. La Habana, 1999. 64 pp.
6. INICA. Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. 1990. pp203.
7. García, E. Influencia del manejo agrícola en la variabilidad de las propiedades químicas del suelo en dos agroecosistema. Tesis en Opción al Grado Científico de Master en Desarrollo Agrario Sostenible. 2011. pp 101.

REAJUSTE DE LOS PATRONES DE RESISTENCIA PARA EVALUAR LA ROYA PARDA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA

RESISTANCE PATTERNS READJUSMENT TO EVALUATE THE SUGARCANE BROWN RUST

Autores: Montalvan, J*, Alfonso, I*, Rodríguez, E*, Pouza, I*, Torrez, I*, Fernández, Y.

Instituto de investigaciones de la caña de azúcar de Cuba
***e-mail: jmontalvan@eticacm.azcuba.cu**

RESUMEN

En Cuba la metodología utilizada por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar para la evaluación de la resistencia a la roya parda de la caña de azúcar presenta limitada dotación de patrones lo que dificulta manejar adecuadamente cultivares en las categorías de reacción intermedia, siempre que desde el punto de vista agro productivo sean de interés. Se estudiaron seis patrones de reacción conocida y 11 cultivares comerciales. Se registraron las variables, largo, cantidad y porcentaje de área foliar ocupada por pústulas, así como el largo de la pústula mayor. La aplicación e interpretación de métodos estadísticos permitió ratificar como altamente resistente PR980, resistente Ja64-11 y como susceptible My5514. Se incluyen como nuevos patrones los cultivares SP70-1284 (moderadamente resistente), C88-380 (moderadamente susceptible) y C323-68 (susceptible). Se reclasifican C334-64 (moderadamente susceptible), Ja60-5 (altamente susceptible) y B4362 (muy altamente susceptible).
PALABRAS CLAVE: *Puccinia melanocephala,* resistencia, evaluación, enfermedades.

ABSTRACT

In Cuba, the methodology used by the Sugarcane Research Institute for evaluation of sugarcane brown rust has limited patterning, which makes it difficult to adequately handle cultivars in the intermediate categories of reaction, provided that from an agro-productive point of view they are interest. Six known reaction patterns and 11 commercial cultivars were studied. The variables, length, amount and percentage of leaf area occupied by pustules were recorded, as well as the length of the major pustule. The application and interpretation of statistical methods allowed to ratify as highly resistant PR980, resistant Ja64-11 and as susceptible My5514. The cultivars SP70-1284 (moderately resistant), C88-380 (moderately susceptible) and C323-68 (susceptible) are included as new standards. They are reclassified C334-64 (moderately susceptible), Ja60-5 (highly susceptible) and B4362 (very highly susceptible).
KEY WORDS: *Puccinia melanocephala*, resistance, evaluation, diseases.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de la caña de azúcar provocan cuantiosas pérdidas y constituyen una de las preocupaciones principales de los productores cañeros (1). La roya parda de la caña de azúcar, ampliamente distribuida en casi todas las áreas cañeras del mundo (2; 3), es causada por el hongo fitopatógeno *Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow y está considerada entre las de mayor importancia por su afectación al cultivo (4).

El uso de cultivares resistentes es la medida de control más efectiva, de ahí la importancia de contar con herramientas adecuadas para determinar la reacción de los mismos ante *Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow, entre las cuales están las escalas de evaluación (5). En Cuba, el sistema para evaluar la resistencia a la roya parda en el Programa de Mejoramiento Genético (6) utiliza la escala de Alfonso y González (7) la que contiene seis cultivares patrones de respuesta conocida ante la enfermedad. Por otra parte, posee limitada dotación de grados intermedios y patrones de susceptibilidad en un mismo grado con efectos diferentes en el deterioro a consecuencia de la enfermedad, lo que favorece el escape de cultivares susceptibles y limita la explotación de otros, ya que considera dentro de los límites de rechazo a todos los cultivares comprendidos en los grados de susceptibles y altamente susceptibles.

Esto en ocasiones resulta drástico al perder material con un alto potencial agro productivo que podría ser manejado en un entorno fitosanitario compuesto por cultivares resistentes y zonas de baja prevalencia de la

enfermedad. Por lo que el objetivo del presente trabajo es evaluar y seleccionar cultivares como patrones de resistencia a la roya parda en el Programa de Mejora de la Caña de Azúcar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se plantaron en las Estaciones Experimentales de la red del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Se utilizaron 11 cultivares, seleccionados por su importancia para la producción y tener reacción diferente ante la enfermedad, los que representaban en diciembre 2015 el 46,30 % del área cañera nacional (8). Los cultivares seleccionados fueron: C1051-73, C132-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-503, C86-56, Co997, C88-380, C90-530 y SP70-1284. Además, se emplearon PR980 (AR), Ja64-11 (R) C334-64 (MR), Ja60-5 (S), My55l4 (S) y B4362 (AS), como patrones de resistencia y diseño experimental según las Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (6).

Las evaluaciones se realizaron sobre las hojas +1, +3 y +5 (9) durante las edades de tres, cuatro, cinco, seis y nueve meses del cultivo en las cepas de caña planta y primer retoño. Se tomaron en cada réplica 2 cm^2 del tercio medio de cada hoja de 10 tallos. Se utilizó para ello una lupa graduada a 2 cm^2 (10). Se tuvo en cuenta la cantidad de pústulas (CPUST), largo de la pústula más frecuente (LPUST), largo de la pústula mayor (LPM) y porcentaje de área ocupada por pústulas en los 2 cm^2 (PAOPUST).

Los datos obtenidos se procesaron mediante análisis de varianza y prueba Tukey ($p \leq 0,01$), con la finalidad de clasificar cada individuo, según su afectación en los distintos grados de resistencia.

Para definir la reacción de los cultivares y patrones, el análisis de conglomerados con todas las variables estudiadas, según el método del vecino más cercano y la distancia Euclidiana. Los clusters se realizaron según las opciones del Statgraphipcs, se utilizó el máximo agrupamiento de los cultivares a partir de las medias generales de cada cultivar para todas las variables en ambas cepas. Los nuevos cultivares patrones se definieron mediante la comparación de los grupos formados por el Análisis de Conglomerados, y los cultivares patrones de resistencia establecidos en las Normas Metodológicas (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La reacción de los cultivares en la cepa de caña planta para LPM, PAOPUST, CPUST y LPUST, mostró diferencias entre los mismos en cada una de las variables estudiadas (Tabla 1). Los mayores valores de las medias corresponden al cultivar altamente susceptible B4362, junto a este se encontraron otros, que aunque menos afectados mantienen su condición de susceptibilidad, tales como, My5514, C323-68 y Ja60-5. Resultados similares se apreciaron en la cepa de retoño.

Tabla 1. Valores de las variables analizadas en los diferentes cultivares en la cepa caña planta

Cultivares	**Cepa Planta**							
	LPM		**PAOPUST**		**CPUST**		**LPUST**	
	Media	**Sig,**	**Media**	**Sig,**	**Media**	**Sig,**	**Media**	**Sig,**
C266-70	0,53	a	0,51	a	0,51	a	0,52	a
C132-81	0,52	a	0,51	a	0,52	a	0,51	a
PR980	0,53	a	0,51	a	0,55	a	0,51	a
C1051-73	0,68	ab	0,62	ab	0,84	a	0,63	ab
C86-56	0,68	ab	0,64	ab	0,91	a	0,65	ab
Co997	0,59	a	0,58	a	0,94	ab	0,56	a
C90-530	0,77	ab	0,72	ab	1,06	ab	0,67	ab
Ja64-11	0,80	ab	0,72	ab	1,15	ab	0,69	ab
C86-12	1,01	b	0,78	ab	1,20	ab	0,92	bc
C86-503	1,41	c	1,31	abc	1,97	bc	1,14	cd
SP70-1284	1,70	cd	1,55	bcd	2,53	c	1,41	de
C334-64	1,91	de	2,25	d	4,01	d	1,54	e
C88-380	2,16	e	2,21	cd	4,62	d	1,71	e
My5514	3,73	g	4,19	e	7,17	e	3,04	g
C323-68	2,61	f	4,21	e	7,48	e	2,13	f
Ja60-5	2,87	f	4,67	e	8,76	f	2,31	f
B4362	6,44	h	12,77	f	14,72	g	4,81	h
$S_{\bar{X}}$	0,11		0,27		0,30		0,09	

Letras desiguales difieren al $p \leq 0,01$

Leyenda: LPM: Largo de la pústula mayor; PAOPUST: Porcentaje de área ocupada por pústulas; CPUST: Cantidad de pústulas; LPUST: Largo de la pústula más frecuente

Según los datos obtenidos se consideran con mayor resistencia los cultivares C266-70, C132-81, PR980, Co997, C1051-73, C86-56, C90-530, Ja64-11 y C86-12, los que presentaron menor afectación para las variables analizadas.
En Venezuela se estudiaron los cultivares C323-68 y SP70-1284 y mostraron una reacción similar, al definir a C323-68 como susceptible y SP70-1284 con niveles de severidad más bajos (11).
Desde finales de 1983 y principios de 1984, la Ja60-5 que por su resistencia sustituyó a B4362 (AS), comenzó a manifestar síntomas severos de esta enfermedad en diferentes áreas cañeras del país. Esto denota la capacidad parasítica de *P. melanocephala,* que se adapta rápidamente a las nuevas condiciones impuestas, lo que provocó la ruptura de la resistencia en Ja60-5 y se produjeron severos daños en este cultivar (12).
Casos similares a los de Cuba sucedieron en Argentina cuando LCP85-384 ocupaba el 44 % de la superficie del cultivo. *P. melanocephala* quebró la resistencia genética de este cultivar y se incrementó rápidamente la fuente de inóculo (13).
Los patrones utilizados en las pruebas de resistencia frente a la roya parda, mantuvieron su reacción ante la enfermedad (6). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Tamayo (14).
Los cultivares SP70-1284 (MR) y C88-380 (MS) pueden ser recomendados para su incorporación como patrones en las Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético y ampliar la evaluación de reacción intermedia junto a C334-64. Estos mantienen medias generales en las localidades de estudio de las variables LPM y PAOPUST, que los sitúan entre las categorías extremas de resistencia.
El empleo de las variables PAOPUST y LPM es de gran utilidad para determinar el grado de resistencia de los cultivares a la enfermedad, por lo que se propone su inclusión en la escala a utilizar en las evaluaciones relacionadas con la roya parda de la caña de azúcar.
En el análisis de conglomerado (Figura 1), se observa la formación de 7 grupos basados en la reacción de los cultivares, lo que permite realizar una clasificación correcta de los individuos.
El grupo con las menores afectaciones quedó conformado por C1051-73, C132-81, C266-70, C86-12, C86-56, C90-530 y Co997, así como los patrones de marcada resistencia a la enfermedad PR980 y Ja64-11.
Los cultivares My5514, C323-68 y Ja60-5 reaccionan como susceptibles, pero con diferentes intensidades de afectación, lo que posibilita su inclusión como patrones, pero en diferentes categorías. El cultivar C334-64 presenta reacción moderadamente susceptible, conjuntamente con C88-380 y SP70-1284 moderadamente resistente, los cuales deben ser incluidos como nuevos patrones, pues mantuvieron respuesta similar con valores próximos a la media general.
Estos resultados devienen en una nueva mejora de las metodologías actuales al contar con un mayor número de patrones, lo que permite una mejor caracterización y clasificación en lo referente a la reacción frente a esta enfermedad.

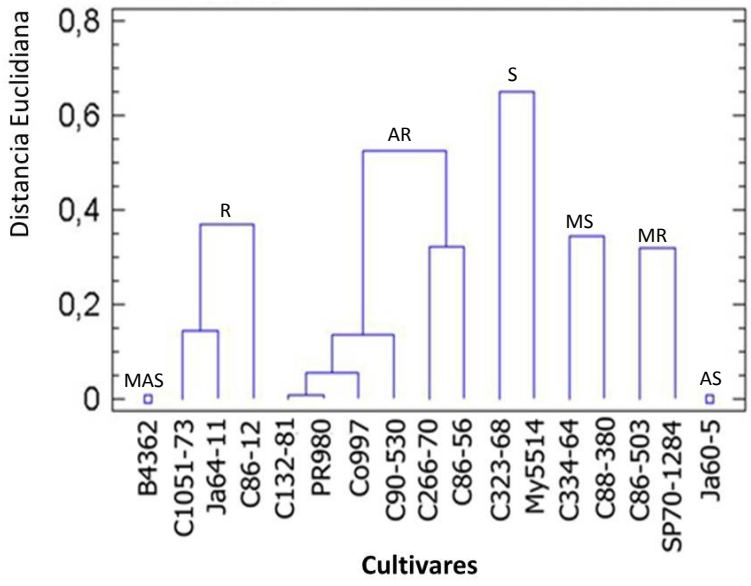


Figura 1 Análisis del agrupamiento según la reacción de los cultivares evaluados

CONCLUSIONES

Se ratifica como altamente resistente PR980, resistente Ja64-11 y como susceptible My5514. Se incluyen como nuevos patrones los cultivares SP70-1284 (moderadamente resistente), C88-380 (moderadamente susceptible) y C323-68 (susceptible). Se reclasifican C334-64 (moderadamente susceptible), Ja60-5 (altamente susceptible) y B4362 (muy altamente susceptible).

REFERENCIAS

1. Rodríguez, Mérida; Eida Rodríguez; Isabel Alfonso y A. Fuentes. Capítulo 8. Enfermedades y Plagas. En Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Grupo Azucarero AZCUBA. INICA ISBN: 978-959-300-036-9. Ed. Santana I.; Maribel González; S. Guillén y R. Crespo. pp. 209-256. Edición Ana María Muñoz Bachs, 2014.
2. Muhammad, K.; S. Afghan; Y. Pan and J. Iqbal. Genetic variability among the brown rust resistant and susceptible genotypes of sugarcane by RAPD technique. Pak. J. Bot., 45 (1): 163-168, 2013.
3. Chinea, A.; R. Acevedo; Eida Rodríguez y María La O. Enfermedades de la caña de azúcar y evolución de las técnicas para su detección y diagnóstico en Cuba. Memorias del evento por el 50 aniversario del INICA. pp. 41-47, 2014.
4. Peixoto, R. F. Junior; S. Creste; M. Landell; D. Nunes; A. Sanguino; M. Campos; R. Venkovsky; E. Tambarussi and A. Figueira. Genetic diversity among *Puccinia melanocephala* isolate from Brazil assessed using simple sequence repeat markers. Genet Mol Res sept 26; 13 (3) 7852-63 doi: 10.4238, 2014.
5. Zhao, D; R. Wayne; M. Baltazar; J. C. Comstock; P. McCord and S. Sood. Screening for Sugarcane Brown Rust in the Firts Clonal State of the Canal Point Sugarcane Breeding Program. Agronomy. Volume 5. Issue 3. ISSN: 2073 4395. pp 341- 362, 2015.
6. INICA. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. Revista Cuba & Caña ISSN 1028-6227. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 346 p, 2011.
7. Alfonso, Isabel y R. González. Comportamiento de un grupo de variedades de caña de azúcar ante la roya (*Puccinia melanocephala*,Sydow). Rev. Ciencias de la Agríc. A.C.C. No. 8: 3-8, 1981.
8. INICA. XXIII Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal. 26-27 abril. Revista Cuba & Caña. Suplemento Especial. ISSN 1028 -6527. La Habana 49 pp. Abril, 2016.
9. Diillewijn, C. Van. Botánica de la caña de azúcar. Ediciones revolucionarias, Instituto del libro, La Habana, 460 pp., 1952.
10. Tamayo, Mónica; J. Montalván; Yaquelín Puchades; Isabel Alfonso; P. Pablos; R. González; Vivian Chacón; O. Rodríguez y H. Solís. Estudio metodológico para evaluar roya parda de la caña de azúcar. Ciencia en su PC enero - marzo. Pp 1 -12, 2012.
11. Colmenares, C.; J. Montilla; H. Nass y M. López. Comportamiento de ocho cultivares de *Saccharum* spp. ante la roya de la caña de azúcar, *Puccinia melanocephala*, mediante variables epidemiológicas. Fitopatología Venezuela. Vol. 22 Num.1 p 8-12, 2009.
12. Alfonso, Isabel; Eida Rodríguez y R. Acevedo. La roya parda de la caña de azúcar en Cuba. Editorial Académica Española. ISBN-13: 9783659063145. 72 pp., 2012.
13. Cuenya, M.; E. Chavanne; S. Ostengo; M. García; M. Ahmed; D. Costilla; C. Díaz; M. Espinosa; J. Díaz y N. Delgado. Tuc00-19: Una nueva variedad de caña de azúcar altamente productiva y de maduración temprana. Gacetilla Agroindustrial. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Tucumán. Argentina. Número 77 ISSN: 0328-6789. 15 pp. Marzo, 2013.
14. Tamayo, Mónica. Perfeccionamiento metodológico para evaluar roya parda *Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow en caña de azúcar. Tesis Presentada en opción al título académico de Máster en Sanidad Vegetal. Mención Fitopatología. Universidad Agraria de la Habana. 80 pp., 2010.

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y VALOR FORRAJERO DEL NUEVO CULTIVAR DE CAÑA DE AZÚCAR C97-366

AGRONOMIC CHARACTERIZATION AND FORAGE POTENTIAL OF THE NEW SUGARCANE CULTIVAR C97-366

Fernández, Y[1]*, Pedraza, R[2]*, Hermida, Y[1]*, Llanes, A[1]*, Puchade, Y[3]*, Montalván, J[1]*, Torres, I[1]*, Zambrano, Y[4]*, Noy, A[4]*, Rivera, A[1].

[1] Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental. Florida. Camagüey. Cuba.
[2] Centros de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte". Camagüey. Cuba.
[3] Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente-Sur. Palma Soriano. Santiago de Cuba. Cuba.
[4] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.
* e-Email: yoslen@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar el nuevo cultivar de caña de azúcar forrajero C97-366. Este genotipo mostró buena brotación, hábito de crecimiento oblicuo, cierre de campo temprano, mal despaje, escasa floración, buena capacidad de rebrote y tolerancia a las condiciones adversas de estrés por sequía. Además, produjo altos volúmenes de biomasa verde, con rendimientos superiores a las 120 tha^{-1} en la cepa de caña planta en plantaciones de 12 meses de edad y en retoño los valores superaron 80 tha^{-1}. En las pruebas de resistencia genética a las principales enfermedades resultó intermedio a la roya parda (*Pucciniamelanocephala* Sydow and P. Sydow), resistente al carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw) y al virus del mosaico y altamente resistente a la escaldadura foliar (*Xanthomonasalbilineans*(Ashby) Dowson). El valor nutritivo obtenido se encontró dentro del rango reportado para este cultivo a nivel mundial. Además, mostró buena aceptación por ovinos. Estos resultados avalan su utilización como forraje en la alimentación de rumiantes en las principales áreas ganaderas de la provincia y el país.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, C97-366, aceptabilidad,valor nutritivo.

ABSTRACT

The aim of this paper was to characterize the new forage sugarcane cultivar C97-366. This genotype showed good germination, oblique growth habit, early field closure, the sheath comes off hardly, sparse flowering, good ratoon ability and tolerance to adverse conditions of drought stress. In addition, it produced high volumes of green biomass with yields higher than 120 t ha^{-1} in the plant-cane crop on a 12-month cutting cycle and in first-ratoon crop the values exceed 80 t ha^{-1}. On tests carried out by artificial inoculation, it was intermediate to brown rust (*Pucciniamelanocephala* Sydow and P. Sydow), resistant to smut (*Sporisoriumscitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw) and mosaic virus, and highly resistant to leaf scald (*Xanthomonasalbilineans* (Ashby) Dowson). The nutritional values obtained are within the range reported for this crop worldwide. It also showed good acceptance by sheep. These results allow recommend their use as fodder for the ruminants feeding in the main cattle areas of the province and the country.
KEY WORDS: sugarcane, C97-366,acceptability, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes que afecta la producción de rumiantes en Cuba y en varios países del mundo está asociada a la baja disponibilidad de pastos para alimentar a los animales.Condición que está muy

relacionada con el aumento gradual de la temperatura y la ocurrencia de períodos cada vez más prolongados de sequía productos del cambio climático.

La caña de azúcar, por sus características anatómicas y fisiológicas que le confieren ventajas en comparación con otros cultivos, clasifica como una planta capaz de paliar el déficit de pastos principalmente en el período poco lluvioso del año, por lo que se convierte en importante alternativa sostenible en la mitigación del impacto negativo del cambio climático.

El uso de la caña de azúcar como alimento para rumiantes ha devenido una práctica importante bajo las condiciones de Cuba, ya que es poco probable que los pastos y forrajes tradicionales, logren rendimientos superiores a 15 t de materia seca ha^{-1}, en condiciones de secano. Además, el momento óptimo para la cosecha de dicho cultivo, coincide con la época de mayor escasez de alimento para el ganado, lo que sugiere, que en el trópico esta planta constituye una alternativa para complementar el déficit de pastos y forrajes durante el período poco lluvioso (1).

Un cultivar de caña de azúcar para ser recomendado como forraje, debe cumplir con tres aspectos básicos: mostrar una buena respuesta agronómica, valor nutritivo y aceptabilidad que permita un mayor consumo por los animales (2). Por esta razón el objetivo de este trabajo fue caracterizar el nuevo cultivar de caña de azúcar C97-366 seleccionado para producir forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental Camagüey, ubicada en el municipio Florida, en los 21º.30' de Latitud Norte y los 78º.15' de Longitud Oeste, situada a los 57,47 m.s.n.m.m.

El experimento de campo se plantó en un suelo Pardo con Carbonatos (3)en el año 2009 y el estudio culminó en el 2015. Se evaluó el cultivar de caña de azúcar C97-366 seleccionado previamente por el Departamento de Fitomejoramiento para la producción de forraje. Se utilizó como testigo el cultivar My5514.

Se determinaron el comportamiento agroproductivo y fitosanitario según (4). Así como los indicadores del valor nutritivo: materia seca; cenizas; proteína bruta; fósforo; potasio y producción de gas*in vitro* (5) y la aceptabilidad por ovinos del nuevo cultivar mediante pruebas de cafetería (6).

Se compararon las medias de las variables evaluadas en el estudio entre cultivares mediante la prueba de t student para muestras independientes. Se utilizó el paquete estadístico (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento agroproductivo

Buena brotación, hábito de crecimiento oblicuo, cierre de campo temprano, mal despaje, escasa floración en sus tallos. Buena relación hoja: tallo. Ha mostrado buena capacidad de retoñamiento. Tolerante a las condiciones adversas de estrés por sequía.

En suelos Pardos con carbonato ha mostrado una buena producción de biomasa verde, con rendimientos superiores a 120 t ha^{-1} en la cepa de caña planta en plantaciones de 12 meses de edad y en retoño los valores superan 80 t ha^{-1}.

Comportamiento fitosanitario

En las pruebas de resistencia genética a las principales enfermedades resultó intermedia a la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow and P. Sydow), resistente al carbón (*Sporisorium scitamineum* Sydow), al virus del mosaico (VMCA) y altamente resistente a la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans*).

Época de plantación y cosecha

Se recomienda su plantación en suelos Pardos con Carbonato en los meses de abril-mayo y en agosto-septiembre. El momento de cosecha en ambos ciclos se puede realizar desde los 6 meses y hasta los 14 meses de edad.

Valor nutritivo

Si se tiene en cuenta los avances alcanzados en el campo de la nutrición de los rumiantes, es necesario el conocimiento cada vez más preciso del valor nutritivo de los forrajes, por constituir una porción muy

importante en la ración alimenticia de los bovinos y ser además una fuente económica, viable y sostenible (8).

En la Tabla I se pueden observar los indicadores de la composición química pertenecientes a la fracción integral de la planta a los 11 meses de edad de rebrote.

Tabla I. Indicadores de la composición química.

Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	Fósforo	Potasio
30,5	3,6	2,5	0,2	1,9

Los resultados obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los rangos publicados por Franco (9) en un estudio realizado en siete cultivares de caña de azúcar en la zona del Escambray; (10) en el Estado de Yaracuy en Venezuela; (11) en Cuba; (12) en México; (13) en Brasil y (1) en Cuba, los cuales obtuvieron valores de materia seca que oscilan entre los 23 y 34,3 %, de cenizas entre 3,3 y 12,2 %, de proteína bruta entre 1,5 y 4,8 %, de fósforo entre 0,038 y 0,20 % y de potasio entre 1,03 y 4,7 % en las edades de seis a 12 meses.

En la Fig. 1 se muestra la dinámica de producción de gas *in vitro*, para los tiempos 24, 48, 72 y 96 horas de incubación de las muestras de caña integral de los dos cultivares en estudio a la edad de rebrote de 11 meses.

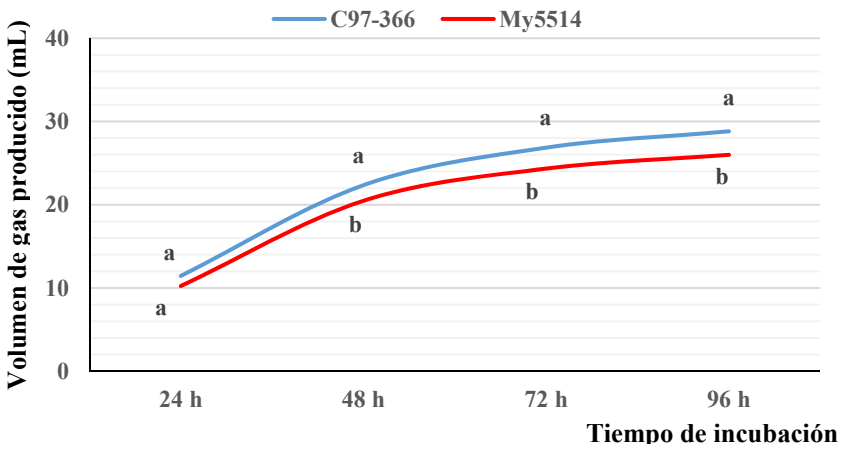


Fig. 1 Efecto del cultivar en la producción de gas *in vitro*.

Como se aprecia en la Fig. 1 se observaron diferencias estadísticamente significativas a las 48, 72 y 96 h de incubación. El C97-366 alcanzó los mayores valores de producción de gas *in vitro* en el estudio, los que difieren estadísticamente con respecto al testigo My5514. Los resultados alcanzados permiten predecir con claridad que el nuevo cultivar manifiesta una buena producción de materia orgánica fermentable al producir volúmenes de gas *in vitro* superiores al testigo My5514.

Aceptabilidad

Las pruebas de cafetería y de consumo permiten determinar si un forraje es aceptado y hasta que nivel puede ser incluido en diferentes proporcionesen ladieta que se desea evaluar.En la Tabla II se aprecia el porcentaje de animales que consumieron la fracción integral de la planta, a la edad de 11 meses de rebrote, perteneciente a los dos cultivares en estudio, durante las pruebas de cafetería. El nuevo cultivar C97-366 mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo My5514.

Tabla II**.**Animales que consumieron la fracción integral de la planta, a la edad de 11 meses de rebrote.

Cultivares	Aceptabilidad (%)
C97-366	33,47[a]
My5514	26,48[b]
X□ ± E.S	**29,98 ± 0,01**

Superíndices con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente (t student p<0,05)

Estos resultados ponen de manifiestoque, el cultivar C97-366, además de su buen comportamiento agronómico posee características de valor nutritivo que lo hacen más apetecibles por los ovinos en comparación con el My5514.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permitieron caracterizar al nuevo cultivar forrajero de caña de azúcar C97-366 como una opción viable y sostenible para la alimentación de rumiantes en las fincas de productores a pequeña y mediana escala.

REFERENCIAS

(1) Rodríguez, D.et al. Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. Ciencia Agrícola, 2009, 43 (3), 231-234. ISSN 2079-3472
(2) Pate, F.et al. Sugarcane as cattle feed: Production and Utilization. (2da.ed.). 2002, Washington, EE. UU: Institute of Food and Agricultural Science.
(3) Hernández, A.et al. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. (1ra.ed). La Habana, Cuba: Instituto de Suelo. 1999.
(4) Jorge, H. et al. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 2011. 308 p.
(5) A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (16th.ed.). Washington, DC, E.U.A.: Autor. 1995.
(6) Estévez, O. et al. Preferencias de ovinos por el follaje de tres especies arbustivas no leguminosas. Producción Animal, 2001, 13 (2), 85-86. ISSN 2224-7920
(7) Franco, R. Preservación de forrajes. Producción Bovina Sostenible. ACPA, 1981,53 (5), 21-29. ISSN 0138-6247
(8) León, M.; Martínez, S., Pedraza, R. y González, C. Indicadores de la composición química y digestibilidad in vitro de 14 forrajes tropicales. Revista de Producción Animal, 2012, 24 (1).ISSN 2224-7920
(9) Urdaneta, J., Ruíz, C y Medina, W. Germinación de variedades experimentales y comerciales de caña de azúcar para selección con fines forrajeros. Caña de Azúcar, 2005,23 (1-2), 5-15. ISSN 1028-6527
(10) López Y. et al. Valor nutritivo de variedades de caña de azúcar para forraje. Pastos y Forrajes, 2004,27(3): 273-278. ISSN 2078-8452
(11) Fundora, O. et al.Comportamiento productivo, conducta alimentaria y composición química de las canales de macho cebú en la etapa de ceba, alimentados con caña de azúcar y concentrados mezclados. Ciencia Agrícola, 2007, 41 (2), 28-31. ISSN 2079-3472
(12) Torres, N. et al. Consumo y producción de leche de vacas de doble propósito, suplementadas con Saccharina elaborada con caña de azúcar quemada. Ciencia Agrícola, 2007, 41 (3), 223-226. ISSN 2079-3472
(13) Anjos, I., Silva, D y Campana, M. Cana-de-açucar como forrageira. [en línea]. Sao Paulo, Brasil: [s.n.]. 2008. Recuperado el 6 de enero de 2014, de http://www.Corpoica.Org.Co.htm/.

MODELACIÓN DE LA RESPUESTA A LA FLORACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

MODELING TO RESPONSE FLOWERING LIKE ALTERNATIVE TO CLIMATIC CHANGE MITIGATE EFFECT.

Autor (es): Caraballoso, V*, García, H., Mesa, J*, Zambrano, Y.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera a Tres Palmas km 1 ½, Guayos, Sancti Spíritus, Cuba. Teléfono 53(41) 659296.
*e-mail: victor.caraballoso@inicass.azcuba.cu

RESUMEN

El cambio climático es una realidad y aumenta la preocupación por las consecuencias que tendrá, pues las respuestas biológicas en muchas especies no se conocen. El presente trabajo tuvo como objetivo modelar la respuesta de la floración de la caña de azúcar frente a los cambios del clima, para hacer más eficientes los cruzamientos. Para ello se estudió durante 25 años la respuesta de la floración en tres altitudes, basada en los cambios que se produjeron en las variables del clima, evaluadas en tres etapas, con el propósito de determinar la relación floración - clima, mediante un análisis de clasificación automática y uno de regresión lineal múltiple paso a paso. Como resultados se logró definir la influencia de la altitud sobre la floración y las rectas de regresión que caracterizan la relación de ésta con las variables del clima evaluadas y que sirven para modelar posibles cambios que se produzcan.

PALABRAS CLAVE: cambio climático, caña de azúcar, floración, modelos, regresión

ABSTRACT

The climatic change is a reality and the concern increases for the consequences that this will have, because the biological answers in many species don't know each other. The present work had as objective to model the response to flowering of sugarcane in front of the changes of the climate, to make more crossing efficient. For it was studied it during 25 years, the flowering in three altitudes, based on the changes that took place in the variables of the climate, evaluated in three stages, with the purpose of determining the relationship flower - climate, by analysis of automatic classification and one of regression lineal multiple, step to step. As results it was possible to define the influence of the altitude on the flowering and the regression straight line that characterize the relationship of this with the variables of the evaluated climate and that they are good to model possible changes that take place.

KEYWORDS: climatic change, sugarcane, flowering, model, regression

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales; la industria azucarera cubana mantiene un peso importante en la economía, a pesar de la oscilación de los precios del azúcar en los mercados internacionales consecuencia de la crisis económica global que enfrenta el mundo. Ésta y otras razones han propiciado un profundo proceso de reestructuración dentro de la agroindustria azucarera, cuyo objetivo central es la eficiencia económica, sobre la base de: elevación de los rendimientos de campo. Las metas propuestas, están sustentadas en la obtención de nuevos cultivares más eficientes y productivos a través de programas de mejoramiento genético, sobre el precepto de que éstos pueden ser responsables de al menos 50% de los incrementos de producción agrícola y de azúcar (Bernal *et al*., 1997).

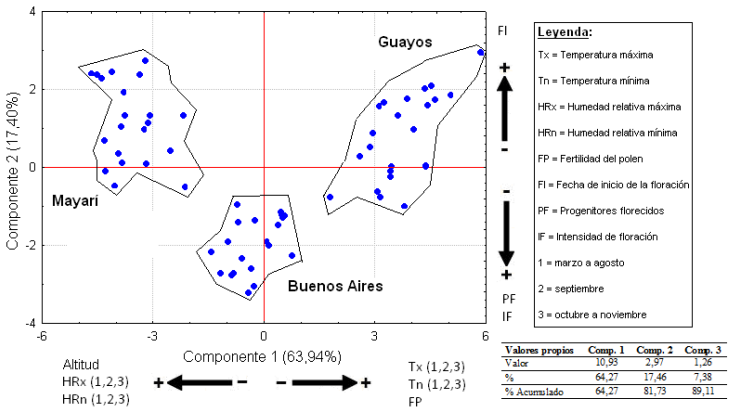
En la actualidad mucho se ha avanzado en el mundo con el manejo de la floración, basado en la obtención de fotoperiodos artificiales (LaBorde, 2007), pero dichas tecnologías son altamente costosas y no están al alcance de países de escasos recursos económicos como Cuba.
El efecto del clima se ha utilizado en la modelación de la caña de azúcar, fundamentalmente para relacionarlo con los rendimientos (Donaldson y Singels, 2004). En Cuba se conocen algunos intentos en la zona oriental (Cruz *et al*., 2007), ceñidos a enunciar los elementos del clima que influyen en la manifestación de la floración, pero no han modelado esa relación, además de adolecer de repetitividad en años y ~~de~~ homogeneidad en los genotipos empleados.
Fue objetivo del presente disponer de herramientas mediante la modelación de la respuesta a la floración, que permitan diseñar alternativas para mitigar el efecto del cambio climático y de esa forma hacer sostenible el Programa de mejora genética de la caña de azúcar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se desarrollaron en el período comprendido entre 1985 y 2011 en áreas experimentales del Centro Nacional de Hibridación de la Caña de Azúcar de Cuba, en las provincias Sancti Spíritus y Cienfuegos, región central del país. Las variables del clima que se utilizaron fueron temperaturas, humedad relativa del aire (máxima y mínima) y la lluvia, evaluadas de marzo a noviembre en tres etapas fisiológicas del proceso de floración: pre-inductiva (marzo-agosto), inductiva (septiembre) y post-inductiva (octubre-noviembre).
Con el propósito de determinar las etapas más sensibles de la floración dentro del ciclo vegetativo-reproductivo de la caña de azúcar a la variabilidad del clima se emplearon datos de la intensidad de floración (IF), en una red de ambientes a diferente altura sobre el nivel del mar (Guayos (100 msnm), Buenos Aires (400 msnm) y Mayarí (800 msnm). La matriz de datos fue estratificada dentro de cada localidad, mediante un análisis de clasificación automática (método Ward, distancia Euclidiana).
La etapa del ciclo vegetativo-reproductivo donde se encontró la mayor cantidad de diferencias significativas (dentro de cada localidad), se consideró crítica y fue la que se utilizó como base para la obtención del modelo de predicción de la intensidad de floración (variable dependiente) mediante una regresión lineal múltiple paso a paso, que partiera como variables independientes de las climáticas del mes anterior al período crítico, hasta lograr un modelo con un ajuste superior al 70%, sin llegar al mes de salida de la flor, los que servirán de base para conocer las exigencias de cada localidad y recomendar posibles medidas para mitigar las condiciones cambiantes.
Los datos de una serie histórica de ocurrencia de floración, se relacionaron con la altitud, de alta relación con la floración (Caraballoso et al., 2010) y se conformó un modelo de predicción que sirvió de base para la estimación de la ocurrencia de la floración en 520 puntos ubicados a diferentes altitudes de la zona central de Cuba, representados en un mapa con el uso de un Sistemas de Información Geográfica (Surfe v 8.0) y el empleó del método de rejilla *Kriging*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al emplear el análisis de componentes principales, a partir de las variables de floración y del clima en las tres localidades de la red propuesta se requirió de un proceso iterativo de dos pasos, en el primero se eliminó la lluvia por su poco peso en la variación total, el segundo paso las tres primeras componentes llegaron a explicar 89,11% de la variación total.
La altitud y las variables del clima en las diferentes etapas del ciclo vegetativo-reproductivo, unidas a la fertilidad del polen, fueron más importantes en la primera componente, mientras que en la segunda la intensidad de floración fue la que logró los valores más altos, en estrecha relación con el número de progenitores florecidos y la fecha de inicio de floración. En su conjunto las dos primeras componentes extrajeron el 81.73% de la variación total (Figura 1).



La evaluación de la combinación de años y localidades en las funciones de las componentes principales obtenidas, permitió verificar la disimilitud entre los sitios de la red de ambientes, ya que conformaron tres nubes de puntos, correspondientes a cada una de las localidades. No se observó ningún solapamiento entre las localidades, lo que sugiere un efecto de localidad x año menos notable.

Hacia un extremo de la componente 1 se ubicó la localidad de mayor altitud (Mayarí) y hacia el otro valores altos de temperatura (máxima y mínima) y fertilidad del polen, lo cual indica una relación estrecha entre estas variables, resultado que guarda estrecha relación con lo enunciado por Berding (2005), de que este fenómeno se manifiesta en regiones ubicadas en latitudes sobre los 30º, donde se afecta el proceso normal de emergencia de la flor, la formación del grano de polen y del fruto, que sugieren la necesidad de construir invernaderos (LaBorde, 2007), al estar obligado a subir la temperatura, fundamentalmente en las noches, con el consiguiente aumento de los costos de los programas de mejoramiento genético.

La componente 2 mostró una clara asociación de la intensidad de floración, cantidad de progenitores florecidos y fecha de inicio de floración, con la localidad de altitud intermedia (Buenos Aires), lo que supone una tendencia no lineal de estas variables, respecto a la altitud. Dentro de las variables de floración se presentaron los valores más bajos en la fecha de inicio de floración y los más altos de intensidad. Coincidentemente Nuss (2000), encontró que cuando la floración es temprana existe una alta intensidad de floración, esa relación no se cumple en Mayarí, de floración tardía e intensidad media.

Estos resultados ratifican las diferencias entre las localidades de la red de ambientes, mayores entre Guayos y Mayarí, de altitudes extremas, con diferencias climáticas que inciden en la floración desigual. Las menores diferencias se establecieron entre Buenos Aires y Mayarí, ambas de montaña. Las diferencias en las variables de floración entre las localidades sugieren su uso combinado, donde Buenos Aires aporta su alta intensidad, fecha de ocurrencia temprana y fertilidad del polen intermedia; Guayos fertilidad del polen alta y fecha de ocurrencia intermedia; mientras que Mayarí es fuente de progenitores femeninos y fecha de ocurrencia tardía.

La factibilidad de estimar la ocurrencia de la floración antes de que esté disponible para ser utilizada, se debe a que entre la inducción y el brote de la panícula transcurren más de 60 días, en dependencia de la manifestación del clima y del genotipo, entonces para que sea efectivo el pronóstico de la floración debe disponerse de un margen de tiempo para decidir cómo manejar los recursos de manera más eficiente.

Las ecuaciones de los modelos que caracterizan la floración en cada localidad aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Modelos de predicción de la floración en función del clima por localidades de floración.

Localidad	Ecuación de predicción	R^2
Guayos	IF = 586,22 - **10,49**x_1 - **10,83**x_2	0,80
Buenos Aires	IF = 801,24 – 9,67x_1 – **26,58**x_2 + 1,37x_3	0,73
Mayarí	IF = -69,93 – **8,87**x_4 + 6,53x_5 + **8,35**x_6	0,75

Dónde: IF = Intensidad de floración, x_1 Temperatura máxima septiembre, x_2 Temperatura mínima septiembre, x_3 Humedad Relativa mínima septiembre, x_4 Temperatura mínima agosto, x_5 Temperatura mínima octubre, x_6 Temperatura mínima noviembre.

Estos modelos pueden servir como herramienta en la conducción de las campañas de hibridación, pues casos favorables permiten una mayor explotación de los progenitores de escasa floración. Los resultados del modelo también pudieran emplearse como base para la modificación del ambiente natural donde se desarrolla la planta, mediante el incremento de la frecuencia del riego, fundamentalmente por aspersión, en intervalos cortos y en los meses donde la temperatura alcanza valores altos que afectan la floración (agosto y septiembre), de manera tal que facilite su descenso en horas de picos máximos.

Para que ocurra una alta floración se debe presenta un acertado balance de temperatura – humedad en las tres etapas del ciclo vegetativo reproductivo que incluya durante el día temperaturas de 21 a 27º Celsius y humedad relativa mínima de 70%, como valores cercanos al óptimo.

Reportes realizados en otras plantas, señalan reducciones de la floración con el aumento de la temperatura (Fitter y Fitter, 2002). Para la caña de azúcar se reportan aumentos de la floración por el fenómeno de la "Niña" (Castro y Meneses, 2008), esto pudiera estar asociado a mejores condiciones para la inducción floral.

CONCLUSIONES

La altitud tuvo una alta influencia sobre la floración, con mejores resultados en las altitudes intermedias, pero todas necesarias, porque se complementan. Están disponibles modelos de regresión que caracterizan la relación de la floración con las variables del clima evaluadas estas sirven para modelar posibles cambios que se produzcan en el clima.

REFERENCIAS

1. Berding, N. (2005). Poor and variable flowering in tropical sugarcane improvement program: Diagnosis and resolution of major breeding impediment. Proc. ISSCT CONGRESS. 25: 493-503

2. Bernal, N., F. Morales, G. Gálvez e Ibis Jorge. (1997). Variedades de caña de azúcar, Uso y manejo. Ed. IMAGO. 95 pp.

3. Caraballoso, V., A. González, F. González and H. García. (2010). Effect of elevation on synchronization of flowering of sugarcane in Cuba. Proc. ISSCT 27. (CD-Congress).

4. Castro, O y A. Meneses. (2008). Análisis climático para la zona cañera Guatemalteca del año 2007, con un enfoque agro-climatológico. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). 8 pp.

5. Cruz, R., F. González, A. Céspedes y J. Rodríguez. (2007). Efecto de algunos factores del clima sobre la floración de la caña de azúcar. Proc. 55 Aniversario EPICA Holguín.

6. Donaldson, R. A. and A. Singels. (2004). Yields and estimated economic returns from using Ethephon to suppress flowering in annually harvested sugarcane. Proc S. Afr. Sug Technol. Ass., 78: 123–136.

7.Fitter, A. H. y R. S. R. Fitter. (2002). Rapid Changes in Flowering Time in British Plants. Science. 296 (5573): 1689 - 1691.

8. LaBorde, C. (2007). Sugarcane tasseling under artificial photoperiod condition as affected by nitrogen rate and temperature. Thesis Philosophy.

9. Nuss, K.J. (2000). Long-term benefits accrued from photoperiod facilities for the breeding and selection programme at Mt. Edgecombe, South Africa. 6th ISSCT breeding wokshop, Barbados.

EFECTO DEL MANEJO DE LA CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LA COMPACTACIÓN EN UN VERTISOL
EFFECT OF SUGARCANE MANAGEMENT ON THE COMPACTION ON A VERTISOL

Villazón, J. A.[1]*, Morales, A. M.[2], Martín, G.[2] y Cobo, Y.[2]

[1]Universidad de Holguín. Sede José de la Luz y Caballero, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Estudios de Agroecosistemas Áridos (CEAAR), Cuba.
[2]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), Holguín, Cuba.
* e-mail: villazon@fca.uho.edu.cu

RESUMEN

La compactación constituye un factor edáfico limitativo para las plantas y se puede establecer mediante equipos que delimitan la resistencia a la penetración. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del manejo de los residuos de cosecha y la fertilización sobre la resistencia a la penetración en un Vertisol Pélico plantado con caña de azúcar. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con tres tratamientos y cuatro subtratamientos. La resistencia a la penetración se evaluó hasta 30 cm de profundidad. En *Quema de residuos de cosecha*, la mayor resistencia a la penetración se encontró más cercana a la superficie y con mayor espesor que en *Eliminación de residuos de cosecha*. Cuando se conservan los residuos, el incremento de la resistencia la penetración se estabiliza después de 10 cm de profundidad.
PALABRAS CLAVE: Resistencia a la penetración, Residuos de cosecha, Fertilización.

ABSTRACT

Compaction constitute a limitative edaphic factor for the plants and it can become established by equipments that delimit the resistance to penetration. The objective of the work was determining the effect of the management of the crop residues and the fertilization on the resistance to penetration in a Pelic Vertisol planted with sugarcane. Was used an experimental design of divided plots with three treatments and four subtreatments. The resistance to penetration was evaluated to 30 cm of depth. In *Burning of crop residues*, the bigger resistance to penetration was found more near to the surface and with a bigger thickness than in *Elimination of crop residues.* When keep the crop residues, the increment of resistance penetration tends to become stabilized after 10 cm of depth.
KEY WORDS: Resistance to penetration, Crop residues, Fertilization.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas del suelo constituyen un indicador necesario a la hora de evaluar los sistemas de manejo (Soares *et al*., 2015). Dentro de estas propiedades, la cuantificación del efecto del uso y manejo del suelo sobre la compactación es fundamental para el desarrollo de sistemas agrícolas sustentables (Millan *et al*., 2014). La evaluación de la compactación puede realizarse a través de equipos que miden la resistencia a la penetración (Clivate-McIntyre y McCoy, 2006). La misma es provocada por la presión sobre el suelo, el peso sobre los sistemas de rodaje, el número de pases, la velocidad de desplazamiento, el patinaje y la realización de labores agrícolas en condiciones inapropiadas de humedad (González *et al*., 2009).
La compactación del suelo provoca el aumento de la densidad, de la resistencia mecánica y disminuye la porosidad del mismo (Taboada y Micucci, 2009) al provocar la destrucción de los macroporos del suelo (Sekwakwa y Dikinya, 2012). De esta forma, favorece la formación de capas que dificultan la penetración y proliferación de las raíces (Nunes *et al*., 2016), con el consiguiente deterioro de los rendimientos agrícolas (Vieira *et al*., 2012).

La restauración de áreas degradadas, y el consiguiente incremento de los rendimientos agrícolas y la preservación de los recursos naturales, constituye el mayor desafío para la producción de alimentos (Mota *et al*., 2011). Así, la cobertura continua del suelo con material orgánico constituye uno de los criterios fundamentales a la hora de la intensificación sostenible de las producciones agrícolas (Friedrich, 2014).
La caña de azúcar es una de los cultivos con mayores rendimientos en biomasa por área y unidad de tiempo. Cuando se cosecha verde, aporta al suelo entre 7-10 t ha^{-1} de biomasa. (Cuéllar *et al*., 2003). En países como Sudáfrica (Graham *et al.,* 2002) constantemente se realizan experimentos con el fin de monitorear el efecto de la cobertura de residuos de paja sobre la producción de la caña de azúcar y la fertilidad del suelo.
Con este trabajo nos proponemos determinar el efecto del manejo de los residuos de cosecha y de la fertilización sobre la resistencia a la penetración en un Vertisol Pélico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en un experimento plantado con caña de azúcar sobre un Vertisol Pélico (Hernández *et al*., 2015), ubicado en áreas del Bloque Experimental de Cristino Naranjo, perteneciente a la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín. La cosecha se realizó a la cepa caña planta, de la variedad C8612, con una combinada cañera KTP-2 y camión ZIL-130 con remolque. Los muestreos se realizaron, después del manejo de los residuos de cosecha correspondiente en cada caso.
Fue utilizado un diseño experimental de parcela dividida. Los tratamientos y subtratamientos, fertilizados con una misma dosis de fondo (50 kg ha^{-1} de P_2O_5 y 120 kg ha^{-1} de K_2O), se muestran en la Tabla 1.

Tabla I. Conformación de los tratamientos y subtratamientos.

Subtratamientos	Tratamientos		
	A (Quema de residuos de cosecha)	B (Eliminación de residuos de cosecha)	C (Conservación de residuos de cosecha)
I	Fertilización orgánica (30 t ha^{-1} de cachaza)		
II	Fertilización orgánico-mineral (18 t ha^{-1} de cachaza + 100 kg ha^{-1} de nitrógeno)		
III	Fertilización mineral (100 kg ha^{-1} de nitrógeno)		
IV	Sin fertilizar (Dosis de fondo)		

Se utilizó un penetrómetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf (Stolf, 1983), con la masa impactadora regulada a 0.40 m. La transformación de la cantidad de impactos por dm a megapascales (MPa) se realizó a través de la expresión matemática planteada por Stolf *et al*. (1991):

$$RP\,(MPa) = 0{,}547 + 0{,}675 * N$$

Donde *RP* es la resistencia a la penetración y *N* es la cantidad de impactos por dm.
Estos resultados fueron expresados en intervalos constantes de profundidad (5 cm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra que la influencia del manejo de los residuos de cosecha sobre la resistencia a la penetración es más acentuada que el efecto de la fertilización, y que en todas las variantes estudiadas, la resistencia a la penetración tiende a incrementarse a medida que se profundiza en el suelo. En el caso de la *Quema de residuos de cosecha* (QRC), se encontró que el aumento de la compactación se produce cercano a la superficie, pues la capa con mayor compactación apareció entre los 10-20 cm de profundidad.
En lo que respecta a la *Eliminación de residuos de cosecha* (ERC), los subtratamientos también tuvieron una tendencia al incremento de la resistencia a la penetración hacia el interior del perfil del suelo. Sin embargo, este aumento se manifestó a mayor profundidad que en la *Quema de residuos de cosecha*, al aparecer la

mayor compactación en la capa de 15-20 cm. De la misma forma, los subtratamientos tuvieron un comportamiento más homogéneo que en la QRC.

En la *Conservación de los residuos de cosecha* (CRC) la tendencia de la resistencia a la penetración a aumentar con la profundidad fue menos marcada que en los dos tratamientos anteriores; sobre todo, donde se combinó este tipo de manejo de los residuos con la *Fertilización orgánica*.

Toledo *et al*. (2008) al estimar la producción de biomasa en agroecosistemas cañeros, sugieren que la presencia de los residuos de cosecha dejados en el campo (16-30 t ha^{-1}) favorece el incremento de los rendimientos agrícolas y señalan que entre los factores de influencia directa se encuentra la preservación de la humedad del suelo. Sin embargo, en los agroecosistemas donde se realiza la quema los rendimientos agrícolas resultan menores y, mediante una ecuación de regresión, determinaron que el aporte de residuos de cosecha era mucho menor (15-18 t ha^{-1}).

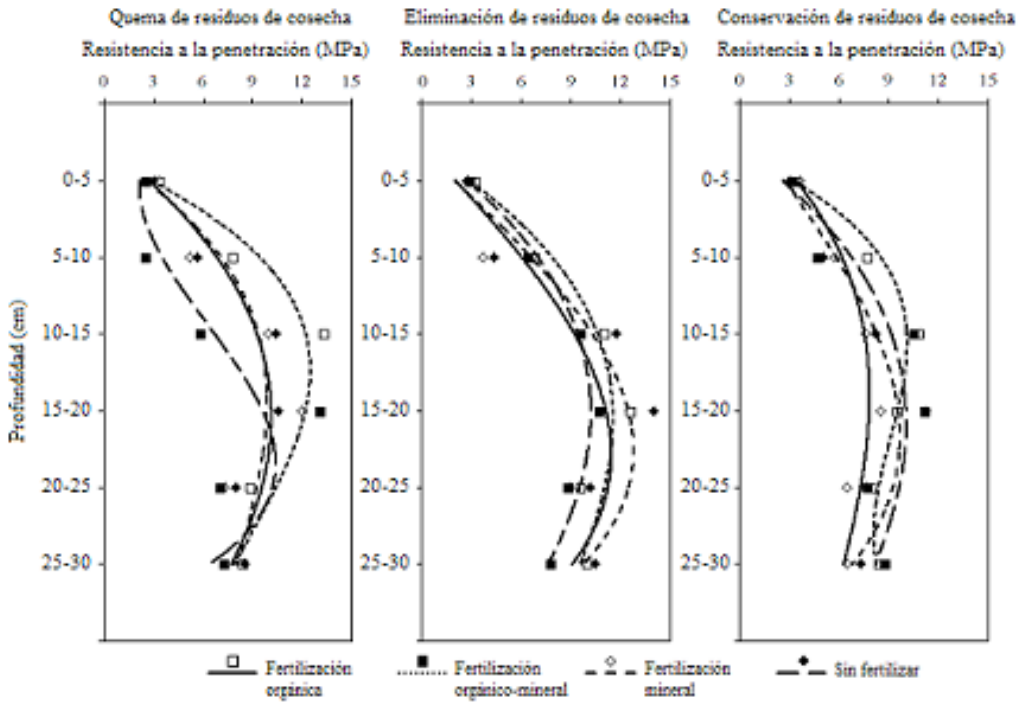


Figura 1. Comportamiento de la resistencia a la penetración según el manejo del cultivo de la caña de azúcar.

Puede apreciarse también que la *Fertilización orgánico-mineral* en los tres tratamientos arroja los valores más altos de compactación en las primeras profundidades. Lo cual puede estar dado por el hecho de que las cantidades de cachaza incorporadas al suelo no son suficientes para atemperar el efecto del tránsito de la maquinaria agrícola.

Además, en un experimento de larga duración de caña de azúcar, plantada sobre un Vertisol, Graham *et al*. (2002) encontraron que la estabilidad de los agregados se incrementa con el aumento de los residuos de cosecha, pero la misma disminuye debido a las aplicaciones de fertilizantes.

CONCLUSIONES

El manejo de los residuos de cosecha tiene un mayor efecto sobre la resistencia a la penetración que la fertilización. En *Quema de residuos de cosecha*, la mayor resistencia a la penetración se manifiesta entre los 10-20 cm de profundidad, más cercana a la superficie y con un mayor espesor que en el caso de *Eliminación de residuos de cosecha* donde la mayor resistencia a la penetración aparece en la capa de 15-20 cm. Cuando se conservan los residuos, el incremento de la resistencia la penetración tiende a estabilizarse por debajo de los 10 cm de profundidad.

REFERENCIAS

1. Soares Arcoverde, S. N.; Monteiro Salviano, Alessandra; Olszevski, Nelci; Bezerra de Melo, S.; Ferreira Cunha, T. J.; Giongo, Vanderlise y de Souza Pereira, Janielle. Qualidade física de solos em uso agrícola na região semiárida do estado da Bahia, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2015, 39: 1473-1482. ISSN 1806-9657.
2. Millan, E.; Ruiz, H. A.; Fernandes, R. B. A. y da Costa, L. M. Condutividade hidráulica, porosidade, resistência mecánica e intervalo hídrico ótimo em Latossolos artificialmente compactados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2014, 18 (10): 1003-1009. ISSN 1807-1929.
3. Clivate-Mcintyre, A. A. y McCoy, E. L. Fractional brownian description of aggregate surfaces within undisturbed soil samples using penetration resistance measurements. *Soil and Tillage Research*, 2006, 88: 144-152. ISSN 0167-1987.
4. González Cueto, O.; Iglesias Coronel, C. E. y Herrera Suárez, M. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2009, 18 (2): 57-63. ISSN 2071-0054.
5. Taboada, M. A. y Micucci, S. N. Respuesta de las propiedades físicas de tres suelos de la Pampa deprimida al pastoreo rotativo, *Ciencia del Suelo*, 2009, 27 (2): 147-157. ISSN 1850-2067.
6. Sekwakwa, O. y Dikinya, O. Tillage-induced compaction: Effects on physical properties of agricultural loamy soils, *Scientific Research and Essays*, 7 (15): 1584-1591, 2012. ISSN 1992-2248.
7. Nunes, J. A. S.; Bonfim-Silva, Edna M. y da Silva, T. J. A. Bulk density and water tensions in the soil on corn root production, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2016, 20 (4): 357-363. ISSN 1807-1929.
8. Vieira Luciano, R.; Albuquerque, J. A.; da Costa, A.; Batistella, B. y Warmling, Maria Tereza. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2012, 36: 1733-1744. ISSN 1806-9657
9. Mota, V. A.; Santos, L. D. T.; Alonso, J.; Santos Jr., A.; Machado, V. D.; Santos, M. V. y Leite, G. L. D. Producción de biomasa herbácea en el establecimiento de un sistema de integración agricultura-ganadería-bosque con dos variantes para el control de malezas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2011, 45 (3): 1-7. ISSN 2079-3472.
10. Friedrich, Th. La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2014, 48 (4): 319-322. ISSN 2079-3472.
11. Cuéllar, I.; de León, M.; Gómez, A.; Piñón, Dolores; Villegas, R. y Santana, I. Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad. La Habana: Ediciones Publinica, 2003. 175 pp. ISBN 959-7023-24-6.
12. Graham, M. H., Haynes, R. J. y Meyer, J. H. Changes in soil chemistry and aggregate stability induced by fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. *European Journal of Soil Science*, 2002, 53: 589-598. ISSN 1365-2389.
13. Hernández Jiménez, A.; Pérez Jiménez, J. M.; Bosch Infante, D. y Castro Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba. San José de las Lajas: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2015. 91 pp. ISBN 978-959-7023-77-7.
14. Stolf, R.; Fernández, J. y Furlani, V. L. Recomendação para uso do penetrómetro de impacto medelo IAA/planasucar-Stolf, *Revista STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos*, 1983, 1 (3): 235-241, ISSN 0797-4930.
15. _____. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1991, 15: 229-235. ISSN 1806-9657
16. Toledo, E.; Cabrera, J. A.; Leyva, A. y Pohlan, H. A. J. Estimación de la producción de residuos agrícolas en agroecosistemas de caña de azúcar, *Cultivos Tropicales*, 2008, 29 (3): 17-21. ISSN 1819-4087.

USO DE UN SENSOR DE CLOROFILA EN CAÑA DE AZÚCAR CON ENFASIS EN EL DIAGNÓTICO DEL ESTADO NUTRICIONAL NITROGENADO

USE OF DETECTOR OF CLORPHILL BY SUGAR CANE WITH EMPHASIS IN THE DIGANOSTIC OF NITROGEN NUTRITIONAL

Becerra, E.[1] , Pineda, E[1]., Villegas, R[2]., Mas, R[1]., de León, M[2]., Acosta, F[1]., Cortegaza, P[3]., Clavelo, B[1]., Lugo, I[1]., Gil, D[1]., Ferrer, M[2]., everaldo.becerra@inicavc.azcuba.cu

1. Estación Territorial De Investigaciones De La Caña de Azúcar (ETICA Centro Villa Clara)
2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)
3. Consorcio Azucarero de Empresas Industriales (CAEI)

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar la eficiencia del clorofilómetro en el diagnóstico del estado nutricional nitrogenado en caña de azúcar, así como su relación con el crecimiento del cultivo y el rendimiento agrícola. Se precisaron algunos indicadores metodológicos para el uso del SPAD como la hora y mes de muestreo, en lo cual se demostró que no existe diferencia significativa entre las horas de muestreo estudiadas. Otros de los resultados obtenidos se basan en la buena relación encontrada entre los valores SPAD, el contenido de clorofila, el porcentaje de nitrógeno foliar, el crecimiento del cultivo y el rendimiento agrícola. La ecuación para estimar el contenido de nitrógeno foliar a partir de los valores SPAD es %N= (0.081*SPAD)-1.15. No se encontró una buena relación entre los valores SPAD con el porcentaje de fósforo y potasio foliar así como con la humedad de la hoja.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, nutrición nitrogenada, SPAD

ABSTRACT

The present work has objet showing the efficiency of clofilometer in the diagnosis of the nutrition nitrogen state in sugar cane and their relation with the growth the culture and the agricultural efficiency. Some methodology indicators were specified for the SPAD use as hour and month sampling, the fact that significant difference between the sampling hour done doesn´t exist was established. Another effects aroused are based with the good relation between SPAD, content of chlorophyll, the nitrogen percent foliating, growth of the crops and agricultural efficiency. The equation putting the nitrogen foliates is %N= (0.081*SPAD)-1.15. It was not encounter good relation between the SPAD and the phosphorus and potassium foliating as soon as wetness of the sheet.
KEY WORDS: Sugar Cane, Nitrogen Nutrition, SPAD.

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico del nitrógeno en Cuba se ha trabajado sobre los análisis de planta. Este método presenta un grupo de complejidades como es el caso de la selección del tejido indicador, edad y momento de muestreo, etc. Generalmente no se puede utilizar como complemento debido a que el tiempo que media entre el muestreo y la obtención de los resultados no permite la utilización de dosis correctivas, sin considerar lo agresivo con relación al cultivo y lo costoso por demás.

Como solución alternativa a esta situación se desarrolló una técnica basada en la medición de intensidad del color verde de la hoja o sensor de clorofila, que a diferencia de otros métodos de laboratorio, es un método simple, no agresivo y de resultados inmediatos.

Un instrumento o sensor utilizado para medir los niveles de clorofila es el MINOLTA SPAD 502. Los valores SPAD se basan en que parte de la luz que llega a la hoja es absorbida por la clorofila y el resto que se refleja entra en contacto con la celda detectora del SPAD-502 y es convertida en una señal eléctrica. El conocimiento del estado nutritivo de la planta con relación al nitrógeno se consigue en forma indirecta al medir la intensidad del verde, que está estrechamente asociada al contenido de clorofila y ésta a su vez a la concentración de N en las hojas, reflejando la condición de suministro nitrogenado (Konika Minolta, 2009).
El objetivo del presente trabajo es mostrar la eficiencia del clorofilómetro en el diagnóstico del estado nutricional nitrogenado en el cultivo de la caña de azúcar así como su relación con el crecimiento del cultivo y el rendimiento agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se tomaron en cuenta los indicadores metodológicos de trabajo con el SPAD descritos por Becerra ***et al***., 2015, en lo relacionado con el número de determinaciones por hoja y el tejido indicador (hoja a muestrear y porción de la hoja). Se tomo como base experimental los experimentos de larga duración con sede en la ETICA Centro Villa Clara, el Banco de Semilla Básica ubicado en la provincia Cienfuegos, el Banco de Semilla Registrado y áreas de producción del ingenio Ifraín Alfonso.
En relación con la hora de muestreo se amplió el estudio, para ello se realizaron evaluaciones cada una hora en el horario comprendido entre las 6:00 a.m. y 6:00 p.m según la zona horaria (UTC-05:00) Hora del Este (EE.UU. y Canadá). Para el estudio de la evolución de los valores SPAD con la edad de las plantaciones se realizaron evaluaciones desde los 70 hasta 270 días. En el caso del crecimiento se evaluaron plantas de diferentes tamaños las cuales habían sido marcadas anteriormente para garantizar que tuviesen la misma edad, se calculó la tasa de crecimiento relativo en cm. dia^{-1} y se determinó el índice de verdor de todas las plantas evaluadas.
Se evaluó la relación entre las lecturas del SPAD y el contenido de clorofila determinada en el laboratorio, para ello se tomaron 0.5g de material vegetal que luego fueron maceradas y se añadió 8 mL de etanol 96% PA, el extracto se dejó reposar 24 horas a temperatura de 4 grados Celsius (°C). La clorofila fue determinada según la metodología descrita por Porras, (2002).
Para la determinación de la relación existente entre las lecturas SPAD, el nitrógeno, fosforo y potasio foliar se realizaron análisis de tejido vegetal a las muestras seleccionadas. En cuanto a la relación entre los valores SPAD y el rendimiento agrícola se tomaron los datos mediante el pesaje directo de las parcelas del experimento de nitrógeno, cultivar C86-12, cepa Retoño 4.
Los datos fueron procesados con el paquete estadístico Stagraphics Centurion XV II, realizándose un análisis de varianza para determinar si existía diferencia significativa entre los tratamientos empleados en cuanto a la hora y mes de muestreo, relación entre las lecturas del clorofilómetro con las dosis de nitrógeno aplicadas y la influencia de la cepa. Las diferencias entre las medias fueron determinadas mediante la prueba de contraste múltiple de rangos por el método HSD de Tukey. Para determinar la relación entre los valores SPAD, el nitrógeno, fosforo y potasio foliar así como con la edad de muestreo, el crecimiento de la caña de azúcar y el rendimiento agrícola se realizaron análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hora de muestreo

En relación con el momento de muestreo no se encontró diferencia significativa entre las horas estudiadas. En este sentido Menéndez (1983) recomienda realizar los muestreos foliares temprano en la mañana comenzando con la salida del sol y concluyendo lo antes posible debido que es donde existen las menores variaciones, por otra parte Hall y Rao (1980) plantean que en días con alta luminosidad lo que ocurre una pérdida de energía absorbida en las formas de fluorescencia y fosforescencia.

Edad de muestreo

La edad es otro de los factores que influye en la intensidad del color verde. Las cañas jóvenes son de color verde más intenso el cual va disminuyendo con el tiempo. El nitrógeno es asimilado y almacenado por el

cultivo en los primeros meses de edad, esto se refleja en mayores contenidos en la hoja que van disminuyendo en la misma medida que la caña va creciendo lo que se conoce como efecto de dilución, un fenómeno similar fue reportado para el contenido de nitrógeno en hoja por Menéndez, 1983. La ecuación clorofila= 47.55 – (0.052 * edad) muestra la relación existente entre estos factores con un coeficiente de correlación R^2: 63%. De acuerdo con estos resultados los niveles de clorofila se reducen en 0.052 unidades SPAD por día lo que equivale a 1.6 unidades por mes.

Relación clorofila - SPAD

Se pudo demostrar que existe una estrecha relación entre los valores de clorofila determinados en el laboratorio y las lecturas del SPAD. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Santos (2013). El nitrógeno es un compuesto esencial para la formación de clorofila, ya que forma parte del anillo tetrapirrol que conforma químicamente esta molécula, por lo tanto, en ausencia de éste, además de presentar los efectos típicos de la deficiencia de nitrógeno en las plantas, hay una disminución en el contenido de clorofila (Salisbury y Ross, 2000). La ecuación clorofila= (1.89 * SPAD) – 34.43 muestra la relación existente entre la clorofila y los valores del SPAD con un coeficiente de correlación R^2: 72%.

Relación entre el %N y los valores del SPAD

Se comprobó que existe una estrecha relación entre las unidades SPAD y el contenido de N de la hoja (Fig. 1). Estos resultados coinciden con lo planteado por Ferrer (2006); Ferreira y Molin (2010) y Becerra ***et al***. (2015) en caña de azúcar, Sánchez ***et al***. (2015) en maíz; entre otros, quienes también obtuvieron una relación lineal entre las unidades SPAD y el nitrógeno foliar y aportado a las plantas de cada especie mediante la fertilización. Según estos resultados se puede decir que para alcanzar valores en hoja entre 1.6% y 2% (Adecuados) serían necesarios entre 34 y 39.0 unidades SPAD.

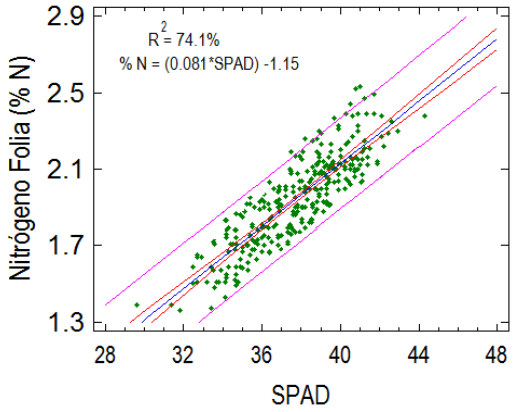


Fig. 1. Relación entre la intensidad del color verde determinados por el SPAD en los 30cm centrales de la hoja +1 y el contenido de nitrógeno de la hoja.

El valor SPAD y el crecimiento de la caña.

Al estar relacionado con el nitrógeno los valores SPAD se asocian al crecimiento de la caña de azúcar, los montos más altos de intensidad de clorofila se asocian con los ritmos de crecimiento mayores. Esto se debe a que existe una relación positiva entre la concentración de nitrógeno y la fotosíntesis en las plantas C3 y C4, siendo el contenido de nitrógeno en la hoja un factor determinante en la tasa fotosintética por unidad de área foliar (San Clemente y Peña 2008). La ecuación crecimiento (cm. dia^{-1}) = (0.057 * SPAD) – 0.89 muestra la relación existente entre la clorofila y los valores del SPAD con un coeficiente de correlación R^2: 66%.

Rendimiento Agrícola.

Se encontró una relación estadísticamente significativa entre rendimiento agrícola y los valores SPAD para un nivel de confianza del 99%, el análisis de regresión mostró que el modelo explica un 78.8% de la variabilidad en rendimiento (Fig. 2), lo que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

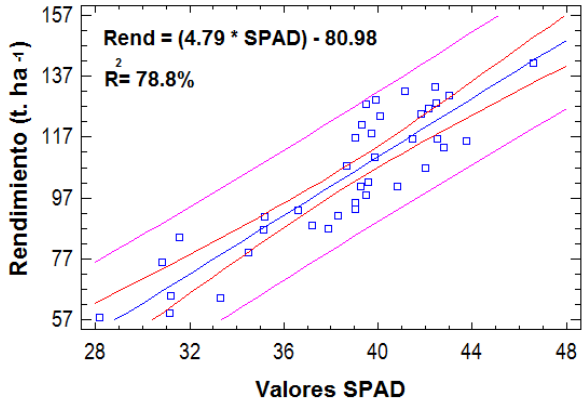


Fig. 2. Análisis de regresión entre los valores SPAD y el Rendimiento agrícola.

CONCLUSIONES

1. Se encontró una buena relación entre el nitrógeno foliar y el contenido de clorofila determinado con las lecturas del SPAD lo que demuestra la factibilidad de utilizar este método en el diagnóstico del estado nutricional del cultivo de la caña de azúcar.
2. No existió diferencia significativa entre las horas de muestreo y las cepas estudiadas.
3. Se encontró una buena relación entre los valores SPAD y el crecimiento de la caña de azúcar así como con el rendimiento agrícola en el cultivar C86-12, cepa R4.

REFERENCIAS

1. Becerra, E., Cortegaza, P. L., Mas, R., Pineda, E. B., Villegas, R., Vidal, M. L., Gil, D., Lugo, I., Acosta, F., Ferrer, M. 2015. Diagnóstico de la nutrición nitrogenada en caña de azúcar mediante el uso del clorofilómetro. Congreso Suelos 2015, ISBN 978-959-296-039-8.
2. Ferreira Faria, T., Molin, P.J. (2010). Uso de Clorofilômetros em Cana-de-Açúcar. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (2009/2010). Piracicaba, São Paulo. p 8 - 10.
3. Ferrer, M., y Villegas, R. 2006. Utilización del modelo regresional N-SPAD en el diagnóstico de fertilización nitrogenada de la caña de azúcar. Libro Programas y Resúmenes, XV Congreso Científico, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba: p 197.
4. Hall, D.O. y Rao, K.K. 1980. Fotossíntese, Coleção Temas de Biologia. São Paulo. EPU. 10 - 89.
5. Konika Minolta Seneing. Inc. 2009. Chlorophyll meter SPAD-502. Japón. 4 p.
6. Porra, R. J. 2002. Recent advances andre-assessment in chorophill extraction and assay procedures for terrestrial, aquatic, and marine organisms, including recalcitrant algae. Scheer H (ed) Clorophills. CRC Press, Boca Raton, Florida: pp 31 – 57
7. Salisbury F, Ross C. 2000. Fisiología de las plantas. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Volumen 3. 1907 p.
8. San Clemente M, Peña E. 2008. Crecimiento y eficiencia fotosintética de Ludwigia decurrens Walter(Onagraceae) bajo diferentes concentraciones de nitrógeno. Acta Biológica Colombiana 13(1): 175 – 186.
9. Sánchez, A., Delgado, R., Lorbes, J., Rodríguez, V., Figueredo, L. y Gómez, C. 2015. Diagnóstico e índice para fertilización nitrogenada en etapa vegetativa del cultivo maíz (Zea mays L.) Rev. Unell. Cienc. Tec. 33: 75-82
10. Santos, C.M. 2013. Mecanismos fisiológicos e bioquímicos da cana-de-açúcar sob estresses induzidos por deficiência hídrica e paraquat. 2013. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ORDENAMIENTO DE ÁREAS PARA LA PRODUCCIÓN CAÑERA EN LA EMPRESA AZUCARERA GUANTÁNAMO

ORDERING AREAS FOR SUGAR CANE PRODUCTION IN GUANTANAMO SUGAR MILL

Autores: G Cervera D; J Matos G; L Peña R.; A Cobas E.; Alegna Rodríguez F. y Omara Rojas Martínez
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).
* e-mail gerardo.cd@inicagm.azcuba.cu

RESUMEN

En el trabajo se presenta el Ordenamiento de áreas dedicadas a la producción cañera en la provincia de Guantánamo, para lograr un mejor aprovechamiento de las potencialidades del suelo, planta, maquinaria agrícola, infraestructura de riego, recursos humanos y los insumos empleados en la gestión económica, garantizando mayor efectividad y altos niveles de productividad. Se logra una disminución en el número de bloques de 410 a 272, el promedio de área aumenta en 15.97 ha con relación al inicial. La implementación del Proyecto con los nuevos bloques se aplicó inmediatamente para el reordenamiento de la empresa azucarera. Se logra un mejor aprovechamiento del área, mayor producción de caña, aumenta la cosecha en una sola intervención a cortar el bloque en la zafra del 46.1 % al 69.7 %, lo cual disminuye el excesivo paso de la maquinaria reduciéndose la compactación y el consumo combustible en esa labor.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar; ordenamiento territorial; suelos

ABSTRACT

This paper shows results in the ordering of the areas dedicated to sugarcane production in the Cuban province of Guantanamo, to improve the soil potential, plants, agricultural machinery, irrigation infrastructure, human resources and supply management in the economical activity, assuring higher effectiveness and high productivity level. Achieved decrease in the sugarcane blocks from 410 to 272, with as area increase of 15.97 ha. Project implementation with the new blocks was immediately applied for the sugarcane enterprise reorganization. It is accomplished an area improvement, higher sugarcane production, harvesting volume increase when blocks from 46.1% to 69.7% are cut only once in the harvest, reducing agricultural machinery passes, soil compaction effect and fuel consumption.
KEYWORDS: sugarcane; territorial ordering; soils

INTRODUCCIÓN

Los cambios que se están produciendo en la esfera de la economía cubana y en sus mecanismos de dirección, así como el creciente papel de otros factores relacionados con la sustentabilidad del desarrollo, demandan de un conjunto de medidas organizadas y armonizadas, capaces de conducir a la explotación productiva de las tierras con máximos resultados productivos, mínimas inversiones y efectos negativos mitigados, en correspondencia con las nuevas y más complejas exigencias que se derivan de los mismos.

En la estructura organizativa territorial de la agricultura cañera, el bloque constituye el elemento básico, ya que representa la unidad mínima de superficie en la que se planifican, ejecutan y controlan las actividades agrotécnicas y de cosecha (1).

Por lo que el objetivo general del presente trabajo es desarrollar la Bloquificación de las áreas del macizo cañero de la provincia Guantánamo, para lograr un mejor aprovechamiento de las potencialidades del suelo, de la planta, la maquinaria agrícola, la infraestructura de riego, los recursos humanos y de los insumos empleados en la gestión económica, garantizando una mayor efectividad y altos niveles de productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el diseño de bloquificación se elaboró un proyecto de organización territorial a escala de Unidad Empresarial de Base, según metodología propuesta (2), partiendo del tamaño, forma, orientación de surcos, uniformidad de suelos y otros aspectos del campo cañero como unidad mínima de manejo que conforma el bloque cañero, con el siguiente procedimiento:

1. **Análisis y discusión metodológica:** Esta actividad consistió en una reunión de análisis y discusión de la metodología de trabajo, así como el cronograma de ejecución, con la participación de la dirección de APA de la UEB y la comisión del Grupo de Extensión y Servicios que desarrolló el trabajo.
2. **Evaluación de información existente:** Esta actividad consistió en la recepción de la información existente en la UEB en formato Excel en cuanto a ubicación geográfica (coordenadas, provincia, municipios); Límites geográficos y colindancias; Datos primarios (Área geográfica y área de caña, Cantidad de unidades productoras).
3. **Validación de la información:** consistió en la valoración y análisis de la información entregada por la UEB en cuanto a coincidencia con las capas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) existentes (3), Planes de desarrollo, Plan de inversiones, etc.
4. **Actualización de la base de datos:** Con la información entregada por la UEB, se realizó la actualización a nivel de unidades productoras de los planes de desarrollo y recepción de las propuestas de bloquificación.
5. **Análisis de Propuesta:** las propuestas de bloquificación recibidas a nivel de unidades productoras se realizó la valoración y análisis teniendo en cuenta que cumpla con las premisas de tamaño, forma, orientación de surcos, uniformidad de suelos y otros aspectos del campo cañero como unidad mínima de manejo que conforma el bloque cañero.
6. **Medición en campo con GPS:** Se ejecutó la medición directa en campo con GPS (Stonet Walker) a los bloques y campos que no existan en las bases de datos del SIG, así como, la corrección y validación de las áreas digitalizadas.
7. **Digitalización y Dibujo:** Esta actividad consistió en la digitalización en MapInfo V 12.02 con la utilización de imágenes satelitales orto referenciadas, de todos los Bloques y campos propuestos para caña y el desarrollo ganadero a nivel de Unidades Productoras.
8. **Conformación de capas en SIG:** Una vez digitalizados los Bloques y campos propuestos a nivel de Unidades cañeras se conformaron según metodología para el Ordenamiento territorial las capas del SIG.
9. **Elaboración de Proyecto:** Se procedió a la elaboración del proyecto según metodología y de acuerdo a los análisis y conformidad de los productores cañeros y la dirección de la UEB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Empresa Azucarera “Guantánamo” perteneciente a la Provincia de igual nombre, se encuentra ubicada en la parte meridional del valle de Guantánamo, limita al norte con el macizo montañoso Sagua - Baracoa, al sur con la capital provincial, al este con el poblado de Maquey y al oeste con las áreas de la Empresa Azucarera Los Reynaldo de la Provincia de Santiago de Cuba.

La estructura empresarial inicial cuenta con un fondo para la producción de caña de 12515.19 ha., distribuidas según la tenencia de la tierra en 13 Unidades de Base de Producción Cooperativa (UBPC), 4 Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA), 8 Cooperativa de Crédito y Servicio (CCS) además de 2 Bancos de Semilla Registrados, con 410 bloques cañeros, y un promedio de área por bloque de 25.13 ha muy por debajo de las premisas para realizar el ordenamiento acorde con las necesidades de tener entre 50 y 96 ha para áreas planas y entre 25 y 50 ha para áreas alomadas, concentrándose la mayoría en rangos menores de 25 ha (46.1 %) y entre 25 y 50 ha (42.9 %), esto se debe a la topografía irregular existente en el

macizo cañero, lo cual provoca que las dimensiones de los bloques sean muy disparejas y no son áreas compactas.

Después de haber analizado los requerimientos metodológicos concebidos se realizó el ordenamiento de bloques para la producción cañera, la UEB "Argeo Martínez" quedó conformado con 272 bloques y un promedio de área por bloque de 41.1 ha, concentrándose la mayoría en rangos superiores a las 25 ha.

Al realizar un análisis comparativo entre la situación de partida y el resultado final se puede apreciar (Tabla I) que se logra una disminución en el número de bloques de 410 a 272, con un promedio de área de 41.1 ha, que aumento con relación al inicial en 15.97 ha, disminuyen los rangos menores de 25 ha en un 32.5 %; aumentan entre 25 y 50 ha en un 10.8 % y entre 50 y 70 ha en un 16.4 %, lográndose una mejor conformación de los bloques.

Tabla No I. Análisis comparativo entre la situación de partida y el resultado

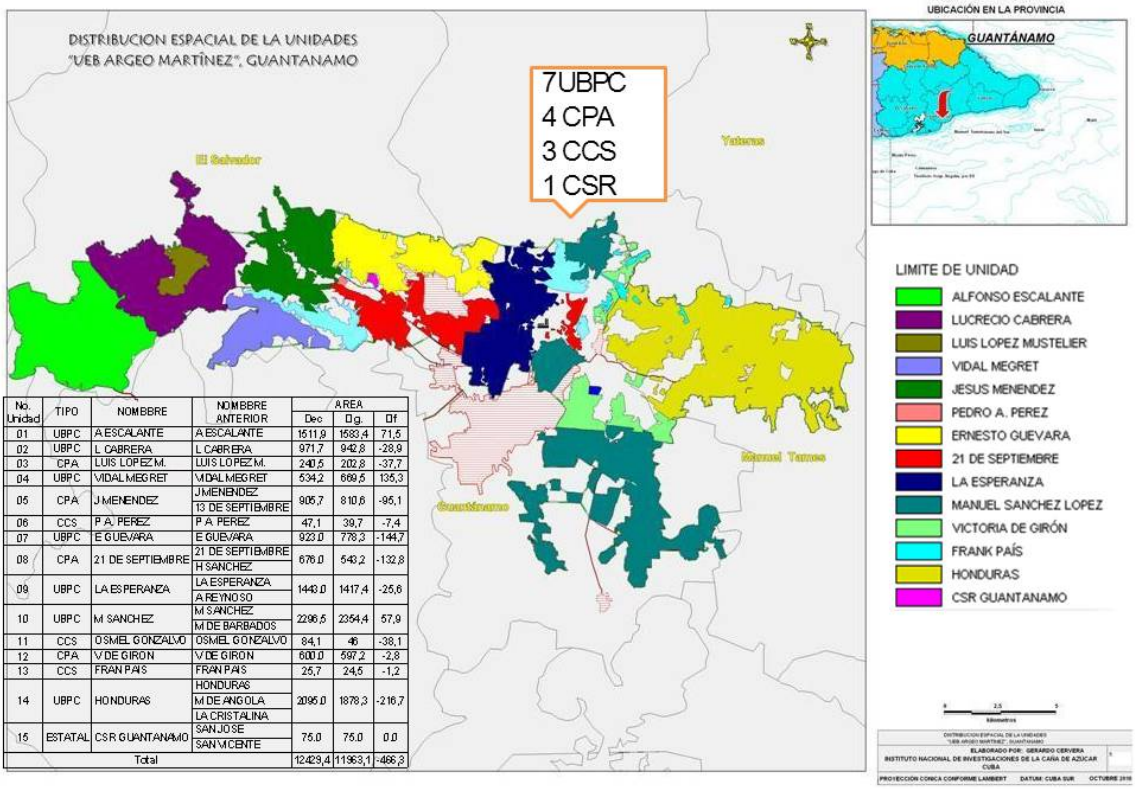
	Cantidad de Bloques	**Promedio de área x Bloque**	**Rangos de áreas por Bloques**							
			Menores de 25 ha		**Entre 25,1 y 50 ha**		**Entre 50,1 y 70 ha**		**Mayores de 70,1 ha**	
			Cant.	**%**	**Cant.**	**%**	**Cant.**	**%**	**Cant.**	**%**
Inicio	410	25,13	189	46,1	176	42,9	38	9,3	7	1,7
Final	272	41,1	37	13,6	146	53,7	70	25,7	19	7
Diferencia	**-138**	**15,97**	**152**	**32,5**	**30**	**10,8**	**32**	**16,4**	**12**	**5,3**

La implementación del Proyecto con los nuevos bloques se comenzó a aplicar inmediatamente y fue utilizado para el reordenamiento de la empresa azucarera la cual se decidió quedara conformada con un fondo para la producción de caña de 12515.19 ha., distribuidas según la tenencia de la tierra en 7 UBPC, 4 CPA, 3 CCS además de 1 Banco de Semilla Registrado (Figura 1).

Con el reordenamiento de los bloques cañeros hay un mejor aprovechamiento del área, mayor producción de caña, y mayores ganancias económicas. Se logra que aumente la cosecha en una sola intervención a cortar el bloque en la zafra del 46.1 % a 69.7 % (Tabla II), y se elimina prácticamente la entrada cortar los bloques más de dos veces, lo que disminuye el excesivo paso de la maquinaria que provocan fuerte compactación, se reduce el consumo combustible en esa labor, también se preservaría la composición varietal en las unidades productoras, se sembraría con una sola variedad en bloque compacto, aprovechando su máximo potencial.

Tabla II. Análisis comparativo de las veces que se entra a cortar un bloque entre la Zafra 2015 – 2016 (situación de partida) y la Zafra 2016 - 2017 (resultado de la bloquificación).

Veces que se entra a cortar un bloque	**Zafra 2015 - 2016**		**Zafra 2016 - 2017**	
	Cant. Bloques	**%**	**Cant. Bloques**	**%**
1	142	46,1	163	69,7
2	116	37,7	67	28,6
3	39	12,7	4	1,7
4	11	3,6		0,0
Total	**308**	**100,0**	**234**	**100,0**



No. Unidad	TIPO	NOMBBRE	NOMBBRE ANTERIOR	AREA Dec	Dg.	Dif
01	UBPC	A ESCALANTE	A ESCALANTE	1511,9	1583,4	71,5
02	UBPC	L CABRERA	L CABRERA	971,7	942,8	-28,9
03	CPA	LUIS LOPEZ M.	LUIS LOPEZ M.	240,5	202,8	-37,7
04	UBPC	VIDAL MEGRET	VIDAL MEGRET	534,2	669,5	135,3
05	CPA	J MENENDEZ	J MENENDEZ	905,7	810,6	-95,1
			13 DE SEPTIEMBRE			
06	CCS	P A. PEREZ	P A. PEREZ	47,1	39,7	-7,4
07	UBPC	E GUEVARA	E GUEVARA	923,0	778,3	-144,7
08	CPA	21 DE SEPTIEMBRE	21 DE SEPTIEMBRE	676,0	543,2	-132,8
			H SANCHEZ			
09	UBPC	LA ESPERANZA	LA ESPERANZA	1443,0	1417,4	-25,6
			A REYNOSO			
10	UBPC	M SANCHEZ	M SANCHEZ	2296,5	2354,4	57,9
			M DE BARBADOS			
11	CCS	OSMEL GONZALVO	OSMEL GONZALVO	84,1	46	-38,1
12	CPA	V DE GIRON	V DE GIRON	600,0	597,2	-2,8
13	CCS	FRAN PAIS	FRAN PAIS	26,7	24,5	-1,2
14	UBPC	HONDURAS	HONDURAS	2095,0	1878,3	-216,7
			M DE ANGOLA			
			LA CRISTALINA			
15	ESTATAL	CSR GUANTANAMO	SAN JOSE	75,0	75,0	0,0
			SAN VICENTE			
Total				12429,4	11963,1	-466,3

Figura 1. Estructura Actual de la UEB "Argeo Martínez".

CONCLUSIONES

- El Ordenamiento de bloques para la producción cañera en la Unidad Empresarial de Base (UEB) "Argeo Martínez" es factible para un mejor aprovechamiento del área, mayor producción de caña, y mayores ganancias económicas.
- La implementación del Proyecto permitió realizar el reordenamiento de la empresa azucarera Guantánamo.

REFERENCIAS

1. INICA-MINAZ. Instructivo técnico para el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, 2010.
2. INICA. Metodología para bloquificación cañera dentro de la estrategia para implementar el Servicio de Ordenamiento Territorial, 2015.
3. Pitney Bowes Software Inc.1996-2017 MapInfo Professional V 12.02

EVALUACIÓN FITOSANITARIA EN PLANTACIONES CAÑERAS DEL "COMPLEJO AGROINDUSTRIAL ARGIMIRO GABALDÓN" DEL ESTADO DE PORTUGUESA EN VENEZUELA

PHYTOSANITARY EVALUATION IN SUGARCANE PLANTATIONS OF THE "AGROINDUSTRIAL COMPLEX ARGIMIRO GABALDÓN" OF THE PORTUGUESE STATE IN VENEZUELA

Autores: Peña, M. [(1)*]; Alfonso, F.[(1)]; Rodríguez, M.[(1)]; Aday, O.[(1)]; Hernández, O.[(1)]; Cervera, G.[(1)]; Alvarado, H.[(2)] y Díaz, G.[(2)], Quiñones, J.[(2)], Dorante, P.[(2),], Lievano, A. [(2)], Lavado, J. [(2)], López, M.[(2)], Cadenas, O. [(2)] y Quiñones, S.[(2)]

[(1)] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas (GESA) Guantánamo.
[(2)] PDVSA AGRICOLA SA, filial de Petróleos de Venezuela, S.A. Estado Portuguesa. Venezuela
[*]**Email:** midiala.pp@inica.gm.azcuba.cu

RESUMEN

Debido a que las enfermedades y los insectos plagas constituyen uno de los principales factores que afectan los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar, se procedió a realizar una evaluación fitosanitaria de este cultivo en el "Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón" del estado de Portuguesa, en el período comprendido de julio a diciembre de 2010. Las evaluaciones se realizaron en el 19,7 % de 2856,57 ha totales de caña de azúcar, teniendo en cuenta los cultivares, área, cepa y edad de las plantaciones. El 21,15 % de las fincas presentaron síntomas típicos de carbón y el 84,6 % estaban afectadas por roya parda. Se observaron síntomas característicos de mancha anular, pokkah boeng y hoja amarilla. Por otra parte, el 59,62 % de las fincas, mostró daños causados por *Diatraea* spp. Se detectó la presencia de candelilla, en algunos casos con promedios de ninfas y adultos por tallo superiores a 0,15.
Palabras clave: caña de azúcar, cultivares, enfermedades, insectos plaga

ABSTRACT

Because diseases and insect pests are one of the main factors affecting the agricultural yields of sugarcane, a phytosanitary evaluation of this crop was carried out in the "Agroindustrial Complex Argimiro Gabaldón" of the state of Portuguesa, in the period from July to December 2010. The evaluations were made in 19.7% of 2856.57 ha total sugarcane, taking into account the cultivars, area, strain and age of the plantations. 21.15% of the farms presented typical smut symptoms and 84.6% were affected by brown rust. Characteristic symptoms of ring spot, pokkah boeng and yellow leaf were observed. On the other hand, 59.62% of the farms showed damage caused by *Diatraea* spp. The presence of candelilla was detected, in some cases with averages of nymphs and adults per stem higher than 0.15.
Keywords: sugarcane, crops, diseases, insect pests

INTRODUCCIÓN

En la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela se refrenda "…el Estado promoverá la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral, a fin de garantizar la seguridad alimentaria de la población; entendida como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos en el ámbito nacional y el acceso oportuno y permanente a éstos por parte del público consumidor…" (1). En correspondencia con esto, el Estado creó los Polos de Desarrollo Agroalimentarios, que basan su progreso autosustentable en los Complejos Agroindustriales de Derivados de la Caña de Azúcar (CADCA), que son el instrumento de desarrollo para la cadena de producción primaria y el procesamiento agroindustrial del rubro.

Debido al impacto negativo que tienen las plagas en el satisfactorio avance y consolidación del cultivo de la caña de azúcar en el "Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón", del estado de Portuguesa, se desarrolló

el presente trabajo. El mismo tuvo como objetivo, determinar cuáles plagas y enfermedades estaban presentes en las plantaciones de caña de azúcar del complejo, para posteriormente establecer el Manejo Integrado de las mismas, de forma tal que constituya una herramienta para la toma de decisiones de la gerencia en materia de sanidad agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en plantaciones de caña de azúcar del Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón, ubicado en los Llanos Occidentales de la República Bolivariana de Venezuela, en el estado Portuguesa, en el período comprendido de julio a diciembre de 2010. Para las evaluaciones fitosanitarias y teniendo en cuenta la localización de las plantaciones, se muestreó el 19,69 % (562,59 ha), del área total plantada con caña (2856,57 ha). De un total de 61 fincas, se evaluaron 52 para un 85,2 %. Los campos a evaluar fueron seleccionados de acuerdo a los cultivares presentes en cada zona, el área plantada de cada uno, así como la cepa y la edad de las plantaciones. Se evaluaron 11 cultivares (C323-68, CR87-339, CP74-2005, SP70-1284, RB739735, C266-70, CP72-2086, SP72-4928, SP80-1816, RB877515, V75-6 y V84-8).

El trabajo se desarrolló siguiendo las metodologías y escalas de evaluación de las enfermedades carbón, roya parda, mancha anular y hoja amarilla descritas para Cuba y Venezuela (2,3). Para el caso de la evaluación de *Diatraea* spp. y *Aeneolamia* spp. se utilizaron las metodologías de evaluación descritas en Venezuela (4, 5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la información aportada por las evaluaciones fitosanitarias en campo, se pudo constatar que el 21,15 % de las fincas evaluadas presentaron síntomas característicos de la enfermedad del carbón de la caña de azúcar (*Sporisorium scitamineum* M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.), con afectaciones ligeras. Los cultivares que resultaron afectados fueron C323-68, CP74-2005 y RB739735. Los resultados obtenidos, permiten inferir, que el carbón no constituye en ese período una patología de mayor importancia en las plantaciones, debido a que la cepa predominante fue planta. Sin embargo, debido al origen sistémico de la enfermedad y al efecto acumulativo en el tiempo, es de esperar que los niveles de infección se incrementen con las socas sucesivas; de no ejecutarse las medidas de control adecuadas, principalmente la extracción de las cepas enfermas, y el uso de material de propagación sano.

Figura 1. Látigo de carbón de la caña. Cultivar CP74-2005.

Figura 2. Síntomas de roya parda. Cultivar CP74-2005

Con relación a la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow), el 84,62 % de las fincas evaluadas manifestó síntomas de la enfermedad. El 48,08 % presentó niveles de infección ligero, el 26,92 % medio y sólo el 9,62 % mostró síntomas intensos. Para esta patología, se observó una incidencia alta en el cultivar CP74-2005, con afectaciones significativas del área foliar. Debe señalarse además la alta sensibilidad de C323-68 que presentó sintomatología de la enfermedad en el 100 % de las plantaciones evaluadas con este cultivar, con niveles de infección de ligero a medio.

En las áreas evaluadas fueron registradas también las enfermedades mancha anular (*Leptosphaeria sacchari* B. de Haan) en 14 fincas (27%), pokkah boeng (*Fusarium moniliforme* Sheldon) en 34 fincas (65,3 %), pudrición roja [*Colletotrichum falcatum* (Went)] en el 100 % de las fincas, todas con incidencia ligera. La enfermedad hoja amarilla [*Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar* (*SCYLV*)], fue detectada en tres parcelas, con niveles de infección calificados de medio, y los cultivares más afectados fueron C323-68, RB739735 y V75-6. Todos los cultivares fueron afectados por una y otra patología.

No se detectaron síntomas de la enfermedad escaldadura foliar [*Xanthomonas albilineasn* (Ashby) Dowson]. Sin embargo, esta enfermedad se detectó anteriormente en otras plantaciones en el estado Portuguesa en los cultivares SP70-1284, C266-70 y CR87-339, en ellos pueden presentarse síntomas y cierta tolerancia al patógeno (6). Se considera que la enfermedad podría estar presente en estado asintomático y por su carácter sistémico su transmisión es fácilmente transmitida cuando se utilizan tallos enfermos como material de propagación, por ello es necesario el diagnóstico serológico o molécular del material de plantación a utilizar en el fomento de nuevas áreas.

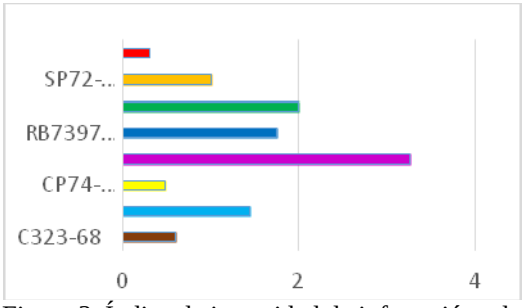


Figura 3. Índice de intensidad de infestación de *Diatraea* spp. por cultivar en las áreas evaluadas.

La evaluación de la sintomatología asociada a insectos plaga arrojó la presencia de daños por *Diatraea* spp. en la mayoría de los cultivares estudiados, siendo el más afectado SP70-1284 (Figura 3)

Se detectó además, la presencia del género *Aeneolamia*. En ocho de las 52 parcelas evaluadas, se presentaron promedios de ninfas y adultos por tallo superiores a 0,15; índice a partir del cual se deben acometer medidas de control cultural contra la plaga (7). Los cultivares en los que se detectó la presencia de ninfas de candelilla fueron C323-68, CR87-339, SP70-1284, SP80-1816 y V75-6.

Ataques fuertes de defoliadores se observaron en la mayoría de las áreas y cultivares evaluados. Los de mayor presencia e intensidad en sus ataques fueron, el cogollero del maíz [*Spodoptera frugiperda* (S. & A.)] y el gusano ramillete u oruga pinito [*Automeris ilustris* (Walker, 1855)], fundamentalmente asociados a la presencia de malezas.

Un grupo de insectos, considerados vectores trasmisores de enfermedades, fueron registrados en diferentes áreas, tal es el caso del saltahojas *Perkinsiella saccharicida* (Kirkaldy), *Melanaphis sacchari* (Zehntner), *Sipha flava* **(**Forbes) y *Saccharosydne saccharivora* (West). También se identificaron los coccidos [*Tryonymus boninsis* (Kuw.) y *Tryonimus sacchari* (Cock.), pero sin causar daños de significación al cultivo.

Figura 4. *Automeris ilustri*.

Se realizó la caracterización fitosanitaria de los cultivares que se evaluaron (Tabla I), a partir de los resultados de las pruebas de resistencia realizadas por el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) y otras instituciones de Venezuela (8, 9, 10).

Tabla I. Caracterización de los cultivares evaluados en el Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón, por su resistencia a las plagas

Variedades	Área Total (ha)	%	Roya	Carbón	E. foliar	Mosaico	SCYLV	Candelilla	*Diatraea*
C323-68	1300.8	45.54	**S**	**S**	**S**	**R**	-	**S**	**MR**
CR87-339	900.6	31.53	**T**	**T**	**T**	-	-	**MR**	**S**
CP74-2005	334.3	11.70	**AS**	**S**	**R**	**R**	-	-	-
SP70-1284	110.7	3.88	**S**	**R**	**R**	**R**	**MR**	-	-
RB739735	62	2.17	**MR**	**R**	**R**	**MR**	-	-	**S**
C266-70	47.5	1.66	**R**	**R**	**R**	**S**	-	-	-
CP72-2086	39	1.37	**MR**	**R**	-	**S**	-	-	-
SP72-4928	34.8	1.22	**S**	**R**	**S**	**R**	-	-	-
SP80-1816	15.1	0.53	-	-	-	-	-	-	-
RB877515	2	0.07	-	-	-	-	-	-	-
V75-6	3.13	0.11	**R**	**S**	**R**	**S**	-	-	-
V84-8	6.64	0.23	**R**	**R**	-	-	-	-	-
Total	**2856.57**	**100**							
R+MR			**5.54%**	**10.52%**	**19.52%**	**62.33%**	**3.88%**	**31.53%**	**45.54%**
S+AS			**62.33%**	**57.35%**	**46.76%**	**3.14%**		**45.54%**	**33.70%**
T			**31.53%**	**31.53%**	**31.53%**				

Leyenda:
(SCYLV): *Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar.*
(-) no se dispone de información.
R: Resistente.
MR: Moderadamente Resistente.
S: Susceptible.
AS: Altamente Susceptible.
T: Tolerante.

Los porcentajes de áreas ocupadas por los diferentes cultivares marcan una manifiesta superioridad hacia la susceptibilidad ante las principales enfermedades, excepto para el mosaico de la caña de azúcar [*Virus del mosaico de la caña de azúcar (Sugarcane mosaic virus, SCMV*)]. Se debe resaltar el caso de la roya parda, para la cual el porcentaje de área ocupada por cultivares susceptibles asciende a 62,33. También merece prestarse atención a C323-68 por los altos porcentajes de área que ocupa y por su susceptibilidad conocida a las distintas enfermedades, lo que constituye un peligro potencial.

Algunos autores (11,6), señalan al carbón, roya parda, raquitismo de las socas, escaldadura de la hoja, hoja amarilla, pudrición del tallo y mancha amarilla, como las enfermedades más importantes para la caña de azúcar en Venezuela, sin embargo, en este estudio se encontró a la roya parda como la patología que más afectó a las plantaciones de caña de azúcar del CADCA Argimiro Gabaldón, tanto por el área, cultivares afectados e intensidad. Estos mismos autores, consideran poco importantes al pokkah boeng, mancha roja de la vaina, mancha anular, raya roja y mosaico, lo que fue corroborado en esta investigación.

CONCLUSIONES

1. La roya parda de la caña de azúcar constituye la principal patología que afecta este cultivo en las plantaciones que se encuentran dentro del polígono o Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón.
2. El carbón de la caña de azúcar constituye un peligro potencial para las plantaciones de caña de azúcar del CADCA Argimiro Gabaldón.
3. Los insectos barrenadores son la principal plaga encontrada en las plantaciones de caña de azúcar del Complejo Agroindustrial Argimiro Gabaldón del estado de Portuguesa.

REFERENCIAS

1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36860 de fecha 30 de diciembre de 1999, 81 p. Disponible en http://www.oas.org/dil/esp/constitucion_venezuela.pdf. Consultado el 27 de octubre de 2010.
2. Rodríguez, M.; Rodríguez, E.; Alfonso, I, y Acevedo, R. Manual de procedimientos del servicio fitosanitario. La Habana. Cuba, Ministerio del Azúcar. INICA. Mérida Rodríguez & Melba Álvarez Eds. 2002. 64 p.
3. Figueredo L.; Hernández L. y Linares B. 2005. Relación epidemiológica entre áfidos (Homoptera: Afididae) y enfermedades virales en el cultivo de la caña de azúcar en los Valles de los ríos Turbio y Yaracuy, Venezuela. Caña de Azúcar Vol. 22(01):5-19.
4. Yépez, G. y Linares, B. Nomenclatura aprobada para los índices de evaluación del daño por taladradores *Diatraea* spp. (Lepidóptera: Pyralidae) en caña de azúcar. Revista Caña de Azúcar, 1987, 5 (2), 101-103.
5. Ferrer, F y Guedez, E. Estudio de los daños causados por *Diatraea spp*. (Lepidóptera: Pyralidae) en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio en los años 1986 -1988. Rev. Caña de Azúcar, 1990, Vol. 08 (1), pp 25-35.
6. Cova, J.; Nass, H. A. y Orozco, A. Enfermedades de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.*)* presentes en el estado de Portuguesa durante el período 2003-2005. Rev. Digital CENIAP HOY, Número 10, 2006, 5 p.
7. Linares B. La utilización de umbrales para el manejo de la candelilla de la caña de azúcar Aeneolamia varia (Homoptera:Cercopidae) en Venezuela. Caña de Azúcar, 2002. 20(2):17-46.
8. Rea, R. A.; De Souza, O y González, V. Caracterización de catorce variedades promisorias de caña de azúcar en Venezuela. Rev. Caña de Azúcar, (1994), Vol. 12 (1), pp 3-45.
9. FUNDACAÑA. Nota Técnica, 2008, No. 2, 4 p.
10. Jiménez O. y Contreras N. Respuesta de 11 variedades de caña de azúcar a la escaldadura foliar [*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson] y evaluación de dos métodos de inoculación. Bioagro, 2009, 21 (2), 9 p.
11. Ramírez E. y Nass H. Presencia de patógenos fúngicos en el cultivo de la caña de azúcar en Venezuela (2002-2004). Caña de Azúcar, 2005. 23(1 y 2), 5-15

NEMATOFAUNA PRINCIPAL ASOCIADA A VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*, L) EN LA UEB ARGELIA LIBRE DEL MUNICIPIO MANATÍ, EN LA PROVINCIA LAS TUNAS, CUBA

NEMATODES ASSOCIATED WITH VARIETIES OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum*, L) IN THE UEB ARGELIA LIBRE OF THE MUNICIPALITY MANATI, IN LAS TUNAS, CUBA

Autores: Martínez, Guerra, I.[1], Cruz, Velázquez, M, [2] Guerra, Salido, I[2], *Payne, Mair, T* [3]

1.- Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Genero Rojas
E-mail: nematologia@laprosav.ltu.minag.gob.cu, lapsavlt@enet.cu;
2.- Empresa Azucarera Las Tunas 3.- Punto de Ingreso de Cuarentena Interior Manatí. Puerto Manatí, Las Tunas, Cuba.

RESUMEN
Para conocer las especies de fitonemátodos, niveles poblacionales, frecuencia de aparición y distribución en variedades de caña de azúcar B 8025, C 86 – 503, C 90 – 530, C 95 – 416 y My 5514 se realizaron muestreos en cinco UBPC de la Unidad Empresarila de Base Argelia Libre del municipio Manatí, desde octubre de 2013 hasta abril de 2014. Las muestras fueron analizadas en la sección de Nematología del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal por los procedimientos establecidos. Fueron identificadas con diferentes claves taxonómicas 10 especies agrupados en nueve géneros de nemátodos: *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides sacchari*, *Criconema* sp., *Hoplolaimus* sp., *Helicotylenchus dihystera*, *H. multicinctus*, *Longidorus* sp., *Xiphinema basiri*, *Pratylenchus zeae* y *Tylenchus* sp. No se observaron nemátodos cistógenos ni de interés cuarentenario para Cuba. *A. sacchari* y *H. multicinctus* fueron los fitonemátodos con mayor densidad poblacional en raíces y suelo. B 80250 fue la variedad donde se cuantificaron las mayores poblaciones.
Palabras claves: nemátodos, caña de azúcar

ABSTRACT
With the purpose of knowing the nematodes species, their populational levels, appearance frequency and their distribution in varieties of sugar cane B 8025, C 86 - 503, C 90 - 530, C 95 - 416 and My 5514 were carried out samplings in five UBPC of the Empresa “Argelia Libre” of Manatí, from october of 2013 until april of 2014. The samples were analyzed in the section of Nematology of Laboratory of Plant Proteccion from the established methodologies. They were identified with the use of different key taxonómicas 10 nematodes species contained in nine goods: *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides sacchari*, *Criconema* sp., *Hoplolaimus* sp., *Helicotylenchus dihystera*, *H. multicinctus*, *Longidorus* sp., *Xiphinema basiri*, *Pratylenchus zeae* and *Tylenchus* sp. Nematodes cyst was not observed. *A. sacchari* and *H. multicinctus* were the nematodes with more populational density in roots and floor. B 80250 were the variety where the biggest populations were quantified.
Key words: nematodes, sugar cane

INTRODUCCIÓN
La amplia distribución de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L) en Cuba, la variedad de ecosistemas donde se cultiva, su forma usual de producción como monocultivo de larga duración, permiten que en los diferentes estados fenológicos del cultivo, se establezcan gran cantidad de plagas (Salgado *et al.*, 2001, citado por Martínez, 2014). A nivel mundial la diversidad de especies de nemátodos en la caña de azúcar es mayor que en otras plantas cultivadas, con más de 310 especies de 48 géneros endoparásitos y ectoparásitos (Stirling y Blair, 2000; Duarte y Bernal, 2012). En Cuba, la presencia de fitonemátodos en el cultivo, fue señalada por O‘Relly (1979) y Sánchez (1988), con 82 especies pertenecientes a 25 géneros.

Para el diseño de sistemas de manejo de las plagas, es fundamental conocer la especie o especies presentes y sus niveles poblaciones porque son influidos por diversos factores, por lo que es lógico suponer que dependerán de la zona o lugar de estudio (Araya *et al.,* 2002). Inventariar los principales fitonemátodos en variedades de caña de azúcar, en cinco UBPC de la UEB Argelia Libre, para contribuir a la elaboración del programa de manejo, fue el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la fauna de fitonemátodos asociada al cultivo de la caña de azúcar se realizaron muestreos desde el mes de octubre de 2013 hasta el mes de abril de 2014, en cinco UBPC de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Argelia Libre del municipio Manatí, pertenecientes a la Empresa Azucarera Las Tunas. Las UBPC seleccionadas fueron José Martí, 30 de Noviembre, Mario Cardet Pérez, Paco Cabrera y Lorenzo Dalis. En los campos muestreados estaban plantadas las variedades B 80250, C 86 – 503, C 90 – 530, C 95 – 416, My 5514. El método de muestreo siguió un patrón de sobre cerrado INICA (2013).

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal por los procedimientos establecidos (García *et al*, 1979). Los fitonemátodos fueron identificados por los claves referidas en CNSV (2011).

Para determinar la frecuencia de aparición de las especies de fitonemátodos se utilizó la fórmula indicada por Norton (1978), expresada de la forma siguiente

$$\text{Frecuencia: } \frac{\text{Frecuencia absoluta de especie o género}}{\text{Suma de frecuencia de todas las especies o géneros}} \times 100$$

Para determinar la distribución de las especies de fitonemátodos se utilizó la fórmula de Stephanov y Chumakov (INISAV, 1982), que consiste en:

$$\text{Distribución: } \frac{\text{Número de muestras con una especie por cepa}}{\text{Total de muestras con especies o género}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los exámenes realizados se determinó la presencia de fitonemátodos en 78 muestras, (40 muestras de raíces y 38 muestras de suelo). El potencial patógeno de fitonemátodos para la caña de azúcar en la UEB Argelia Libre de Las Tunas es considerable ya que el 86 % de las muestras analizadas resultaron infestadas por fitonemátodos.

En los análisis realizados en el laboratorio fueron determinadas 7 familias, 9 género y 10 especies de fitonemátodos. Los nueve géneros detectados afectan negativamente el funcionamiento del sistema radical de la planta, y su deterioro depende de las condiciones agroecológicas que afectan tanto a los nemátodos como al hospedante. La presencia de varios géneros con diferente hábito de alimentación agudiza más el problema, ya que las raíces son perforadas tanto en la superficie como en el interior.

Tabla I: Poblaciones determinadas de fitonemátodos en cada UBPC de la UEB Argelia Libre, del municipio Manatí

Nemátodos	UBPC										**Total**	
	30 de Noviembre		Mario Cardet Pérez		Paco Cabrera		Lorenzo Dalis		José Martí			
	R	**S**	**R**	**S**	**R**	**S**	**R**	**S**	**R**	**S**	**R**	**S**
Aphelenchus sp			8	3	63	28	7	16	11	14	89	61
Aphelenchoides sacchari			29						358	193	387	193
Criconema sp							19	31			19	31
Helicotylenchus			91		101				212		404	

multicinctus												
H. dihystera					85	50	102	8	28	12	215	70
Hoplolaimus sp			21	9			34	7		8	55	24
Longidorus sp	20	74			30	20	41	12	17	8	108	214
Pratylenchus zeae					91	19	82	20	49	15	222	54
Tylenchus sp			12	12	37	16			8	17	57	45
Xiphinema basiri							95					
Total	**20**	**174**	**161**	**24**	**407**	**133**	**380**	**94**	**683**	**267**	**1 651**	**692**

R: Raíces S: Suelo

Las condiciones climáticas, esencialmente las temperaturas, que en este territorio oscilaron durante el período evaluado desde 24, 3^0 C hasta 31, 1^0 C, rango óptimo para el desarrollo de estos organismos, constituyeron un factor favorable para la intensidad.

En la Figura 1 se obseva el comportamiento de las intercepciones de fitonemátodos por variedades.

La variedad con mayor diversidad fue B 80250 con nueve especies de fitonemátodos interceptados y la de menor cantidad de especies indentificadas tanto en suelo como en raíces fue My 5514 con dos especies.

Para Teixeira *et al.* (2005), la carencia de biodiversidad y la prevalencia del monocultivo inducen el incremento de la diversidad y al aumento de las poblacionales de los patógenos.

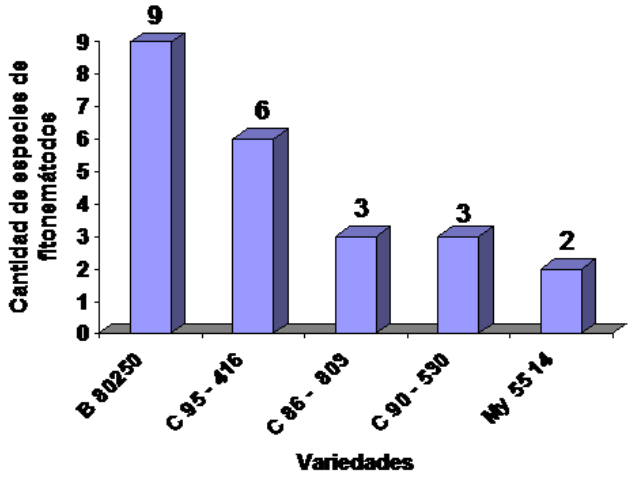


Figura 1: Cantidad de especies de fitonemátodos determinadas por variedades en UBPC de la UEB Argelia Libre, Manatí

H. dihystera. H. multicinctus y P. zeae tuvieron una frecuencia de aparición 8, 9 %, 11, 5 % y 10, 2 % respectivamente, como se observa en el Gráfico 2. No fueron las especies con mayor frecuencia de aparición pero son las informadas como las más peligrosas para el cultivo por lo que que se debe prestar toda la atención necesaria por los daños que ocasionan.

De los géneros restantes que representan un índice de frecuencia menor, y aunque se manifiestan en un nivel de incidencia bajo, representan el 69, 4 @ del total, lo que indica el predominio de su presencia

Las especies con mayor frecuencia de aparición fueron *Aphelenchus* sp., con 24, 3 % de aparición y *Longidorus* sp., con 17, 9.

Duarte y Bernal (2012), en investigaciones realizadas en Paraguay identificaron 12 géneros asociados al cultivo de la caña de azúcar y reconocen a *Helicotylenchus, Pratylenchus* y *Trichodorus* como de mayor dispersión y densidad poblacional.

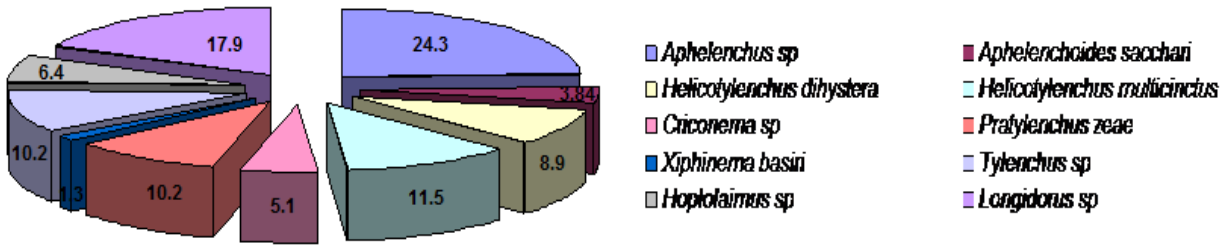


Figura 2: Frecuencia Relativa de las especies de fitonemátodos interceptadas en UBPC de la UEB Argelia Libre, Manatí

La Figura 3, refleja la distribución de las poblaciones de fitonemátodos tanto en raíces como en suelo por cepas de caña de zúcar. Fue en la cepa soca donde se encuentraron distribuidas las mayores poblaciones de las especies de fitonemátodos indentificadas, tanto en raíces como en suelo con 700 ejemplares en raíces y 310 en suelo. Seguida por las poblaciones determinadas en Frío/12.

Esto se puede deber a las atenciones culturales que se le realizan a las cepas más nuevas y a la toma de muestra, pués se tiende a tomar muestras de raíces del tallo nuevo y de los tallos cosechados, lo que puede incidir en las más bajas poblaciones en los retoños con varios cortes.

Loddo (2014), coincide con estos resultados y explica que se debe a la calidad agrícola de la cepa.

P. zeae fue más numerosa en raíces de caña planta en Burkina Faso y Sudáfrica (Cadet y Spaull, 1985), y en Sudáfrica la mayor cantidad de individuos se recuperaron las raíces de caña soca (Spaull y Cadet, 1991). En Australia, las densidades de *P. zeae* fueron mayores en las raíces de caña planta que caña soca, (Blair *et al.*, 1999).

Cadet (1985), encontró que en la cepa caña planta comparada con retoños sucesivos, el número de ectoparásitos, principalmente *Helicotylenchus*, se quintuplicó. Del mismo modo, en los Estados Unidos el tamaño de la comunidad de nemátodos fue mayor en los ciclos de cultivo que en la caña planta (Bond *et al.*, 2000).

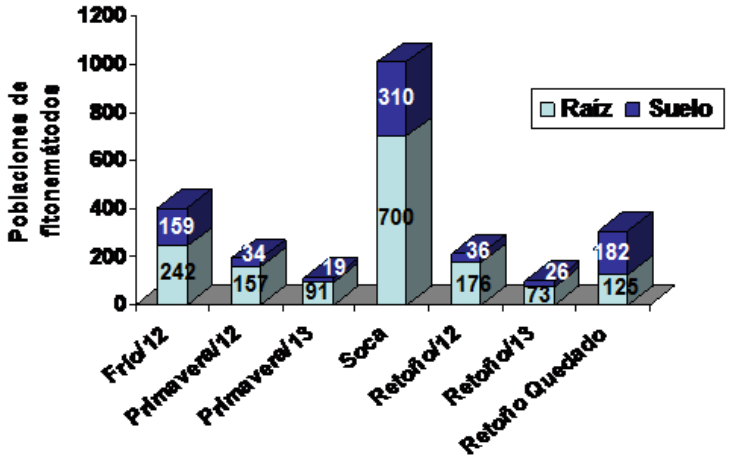


Figura 3: Distribución por cepas de las poblaciones de fitonemátodos determinadas en suelo y raíces en UBPC de la UEB Argelia Libre, Manatí

CONCLUSIONES

1.- Fueron determinadas 10 especies de fitonemátodos. No se observaron fitonemátodos cistógenos, cecidógenos ni de interés cuarentenario para Cuba.

2.- *Aphelenchoides sacchari* y *Xiphinema basiri* constituyen nuevos reportes para la nematofauna de la provincia.

3.- Las mayores poblaciones fueron determinadas en la cepa soca y las más bajas en la cepa primavera 2013.

BIBLIOGRAFÍA

Araya, M; De Waele, D; Vargas, R. (2002). Occurrence and population densities of nematode parasites of banana (*Musa* AAA roots in Costa Rica. Revista Nematropica. Vol. 32 No 1. Pp 21- 32.

Blair, B. L; Stirling, G. R; Whittle, P.J.L. (1999). Distribution of pest nematodes on sugarcane in South Queensland and relationship to soil texture, cultivar, crop age and region. Australasian Journal of Experimental Agriculture 39, 43–49.

Bond, J.P; McGawley, E.C; Hoy, J.H. (2000). Distribution of plant parasitic nematodes on sugarcane in Louisiana and efficiency of nematicides. Supplement to the Journal of Nematology 32, 493–501.

Cadet, P. (1985). Incidence des Nematodes sur les repousses de canne a sucre au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Revue de Nematologie 8, 277–284.

Cadet, P. & Spaull, V.W. (1985). Studies on the relationship between nematodes and sugarcane in South and West Africa: plant cane. Revue de Nematologie 8, 131–142.

Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). (2011). Informaciones útiles y claves para el trabajo de nematología en los LAPROSAV. La Habana. Cuba.

Duarte, A. O. y Bernal, J. R. (2012). Identificación de nemátodos fitoparásitos asociados con cultivos de caña de azúcar en Paraguay.

García, O. T; Fernández, E. G. y Schesteperov, A. (1979). Indicaciones Metodológicas para la detección y evaluación de las infestaciones de nemátodos parásitos en cultivos agrícolas. Información Técnica Año II No. 4. INISAV. La Habana, Cuba. p 30.

INISAV (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal). (1982). Metodología para determinar incidencia y distribución de plagas. Área de Plagas. INISAV. La Habana. p 30.

INICA (Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar). (2013). Indicaciones para la encuesta nacional de nemátodos en caña de azúcar. Azcuba. La Habana.

Loddo, Zoila. V; Rivas, O. B; Granado, C. R; Rodríguez, Mérida. R; Lorente, E. G. (2014). Fitonemátodos asociados al cultivo de la caña de azúcar en la región sur oriental de Cuba. VII Seminario Internacional de Sanidad Vegetal. La Habana. Cuba.

Martínez, Iliana. G. (2014). Informe de Resultados de Encuestas de Nemátodos en Caña de Azúcar en Las Tunas. Empresa Azucarera Las Tunas.

Norton, D. C. (1978). *Ecology of Plant Parasitic Nematodes*. New York. USA. .

O´Relly, L. J. 1979. Análisis ecotaxonómico de los nemátodos de la caña de azúcar *Saccharum* sp., (Híbrido) en Cuba. Tesis en Opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, ACC. Pp 163.

Sánchez, L. (1988). Nematodes on sugar cane in Cuba and their relationship with Pokkah boeng disease caused by *Fusarium moniliforme*. MSc Thesis. Uppsala, Sweden Pp 45.

Spaull, V.W. & Cadet, P. (1991). Studies on the relationship between nematodes and sugarcane in South and West Africa: ratoon cane. Revue de Nematologie 14, 183–186.

Stirling, G. R. & Blair, B. (2000). Nematodes. In: Rott, P., Bailey, R.A., Comstock, J.C., Croft, B.J. and Saumtally, A.S. (eds) A Guide to Sugarcane Diseases. CIRAD/ISSCT, CIRAD Publications Service, Montpellier, France, pp. 299–305.

Teixeira, R. A; Santos, L. C; Araujo, F. G ; Ferreira, C. S; Alves, T. G.; Resende Neto, U. R; Rocha, M. R. (2009). Reação de progênies de canade-açúcar originadas de cruzamentos controlados em relação a *Meloidogyneincognita*. In: Congresso Internacional de Nematologia Tropical, 2. CD Rom.

EL CONOCIMIENTO DEL RECURSO SUELO COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE PEQUEÑOS PRODUCTORES CAÑEROS EN TUCUMÁN-ARGENTINA

THE KNOWLEDGE OF SOIL RESOURCES AS A STRATEGY TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF SMALL FARMERS OF SUGAR CANE IN TUCUMÁN-ARGENTINA

Sanzano G.A,*; Arroyo E.A.; Aranda N.D.; Romero E.; Digonzelli P.A.
Av. William Cross 3150. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Las Talitas. Tucumán- Argentina
* asanzano@eeaoc.org.ar

RESUMEN

En la estructura productiva de la agroindustria de caña de azúcar en Tucumán, Argentina, hay 4500 productores con menos de 50 ha que representan el 20% del total provincial. Debido a la falta de acceso a tecnología, muchos pequeños productores no tienen en cuenta el recurso suelo como factor limitante de la producción, lo que constituye una de las razones por las que el cultivo tiene rendimientos menores al promedio de la región. A través del Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA), se relevaron los suelos de lotes cañeros de aproximadamente 3000 agricultores con el objetivo de recomendar prácticas de manejo particulares para lograr los objetivos propuestos. Hubo un acercamiento del productor a la tecnología y a las instituciones técnico-científicas de la región. Se describen las actividades realizadas para el relevamiento de suelos y también las recomendaciones de manejo para los pequeños agricultores cañeros de Tucumán.
PALABRAS CLAVE: productividad, pequeño agricultor, caña de azúcar

ABSTRACT

There are 4500 farmers with less than 50 ha in the productive structure of the sugar cane agroindustry in Tucumán, Argentina, wich represent 20% of the total area. Due to lack of access to technology, many small farmers do not take into account the soil resource as a limiting factor of production, which is one of the reasons why the crop has lower yields than the average of the region. Through the program to increase the competitiveness of the sugar sector (PROICSA), the soils of cane fields of approximately 3000 farmers were surveyed with the aim of recommending particular management practices to achieve the proposed objectives. There was an approach of the producer to the technology and to the technical-scientific institutions of the region. It describes the activities carried out for the soil survey and also the management recommendations for the small producers of sugarcane of Tucumán.
KEY WORDS: productivity, small farmer, sugar cane

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es la principal especie productora de azúcar y alcohol carburante en el mundo. Constituye el cultivo de mayor importancia económica de la provincia de Tucumán, noroeste de Argentina, incidiendo significativamente en su desarrollo económico y social. Aunque en los últimos años, la incorporación de tecnología aumentó significativamente la productividad del cultivo, hay todavía un importante número de pequeños cañeros que tienen rendimientos menores que la media provincial (Fandos *et al.*, 2010, 2011, 2012 y 2013).
En la provincia de Tucumán, la estructura agrícola cañera es opuesta a las otras provincias productoras, con 4500 explotaciones con menos de 50 ha y solo 500 con más de 50 ha. Los pequeños propietarios, en muchos casos con agricultura familiar de subsistencia, subdosifican o no usan fertilizantes, no utilizan caña semilla

de alta calidad, su parque de maquinarias es escaso u obsoleto, etc. Además, la mayoría de ellos están en regiones con condiciones edáficas limitantes para el buen desarrollo del cañaveral (Sanzano y Fadda, 2009).
La cartografía de suelos disponible en parte de la región cañera de la provincia de Tucumán (Moscatelli *et al.* 2005) es insuficiente, ya que la mayor parte de los mapas existentes son de carácter general y no son útiles a nivel predial. La reconversión productiva del área cañera implica aumentar el valor agregado de la producción con la generación de biocombustibles, pero también el conocimiento detallado del recurso suelo para alcanzar los objetivos propuestos en forma sustentable.
Con financiamiento del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) se ha iniciado en el año 2013 el Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA), ejecutado por la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) del Ministerio de Agroindustria de la Nación. La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) participa en la ejecución de diversas acciones con el objetivo de fortalecer, mediante la incorporación de bienes, conocimiento y tecnología, las capacidades productivas y de comercialización de los pequeños productores. Una de las tecnologías críticas para incrementar la productividad de los pequeños productores cañeros es el manejo de la nutrición del cultivo. Tratándose de productores con bajo nivel tecnológico, el PROICSA busca concientizar sobre el manejo del suelo como recurso natural imprescindible para la obtención de buenos rendimientos. La EEAOC ha decidido relevar el estado de los suelos de sus lotes cañeros, así como brindar la asistencia técnica y la capacitación necesaria para que los productores puedan interpretar adecuadamente los resultados obtenidos. En este trabajo se describen las actividades realizadas durante el estudio y se resumen las recomendaciones de manejo realizadas a los pequeños agricultores cañeros de la provincia de Tucumán.

MATERIALES y MÉTODOS

Entre los años 2013 y 2016 se visitaron los campos de 3000 pequeños productores cañeros distribuidos en toda la provincia de Tucumán, Argentina. Se extrajeron muestras compuestas de suelo georeferenciadas a 3 profundidades (0 – 30 cm; 30 – 60 cm y 60 – 90 cm). Se evaluó en cada caso la fisiografía del terreno, con especial atención en el relieve y la pendiente, el estado del cañaveral, la profundidad de la capa freática o de signos que indicasen condiciones de drenaje restringido. También se encuestó al productor sobre el uso o no de fertilizantes, las fuentes, el momento y las dosis de aplicación, los rendimientos históricos del lote, etc.
En laboratorio se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: pH por potenciometría (agua 1:2,5); conductividad eléctrica (CE) en extracto de saturación; CO_3Ca por gasometría; materia orgánica (Mo) por Walkley-Black; nitrógeno total (N) por Kjieldah; fósforo disponible (P) por Bray y Kurtz II; calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) intercambiables con acetato de amonio a pH 7 y capacidad de intercambio de cationes (CIC) con acetato de sodio a pH 8,2.
A partir de los datos obtenidos se generaron los informes sobre las características edáficas de cada lote con las recomendaciones de dosis y momento de fertilización nitrogenada, fosfatada o potásica, el manejo del residuo de cosecha y la orientación de los surcos y callejones ya sea para evitar erosión o evacuar el agua en exceso según correspondiese. La entrega de los informes se fue realizando en reuniones con grupos de productores pertenecientes a una misma cooperativa agrícola y/o una misma región cañera. Durante la entrega de informes se atendieron las consultas particulares y se realizó un seguimiento con apoyo técnico desde el año 2013 hasta el presente. Actualmente se trabaja en la generación de un software interactivo en el que la información resultante de este trabajo pueda ser consultada on-line y sirva como nexo entre el productor y la EEAOC.

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los mapas del área cañera de la provincia de Tucumán, con la evolución de los relevamientos de suelo realizados durante los cuatro años de duración del programa. La tabla 1 muestra el número de sitios muestreados en cada año del programa, la cantidad de productores involucrados, el número de muestras analizadas y el número de determinaciones analíticas realizadas, lo que ha generado una base con miles de datos georeferenciados que servirán para la generación del mapa detallado de suelos del área

cañera de la provincia de Tucumán. Como puede observarse, en los dos primeros años el avance fue más rápido que en los últimos dos como consecuencia que se comenzó muestreando los suelos de productores asociados en cooperativas de producción y/o de comercialización, mientras que en la etapa final fueron estudiados los suelos de los productores no cooperativizados o miembros de pequeños grupos creados durante el desarrollo del programa. Además, se han realizado 650 estudios con fines específicos y se han entregado a los técnicos especialistas los informes respectivos sobre aptitud de los suelos para la instalación de semilleros con semilla de alta calidad provista por la EEAOC dentro del mismo programa, de los cuales se han implantado 506 lotes semilleros Registrados y Certificados.

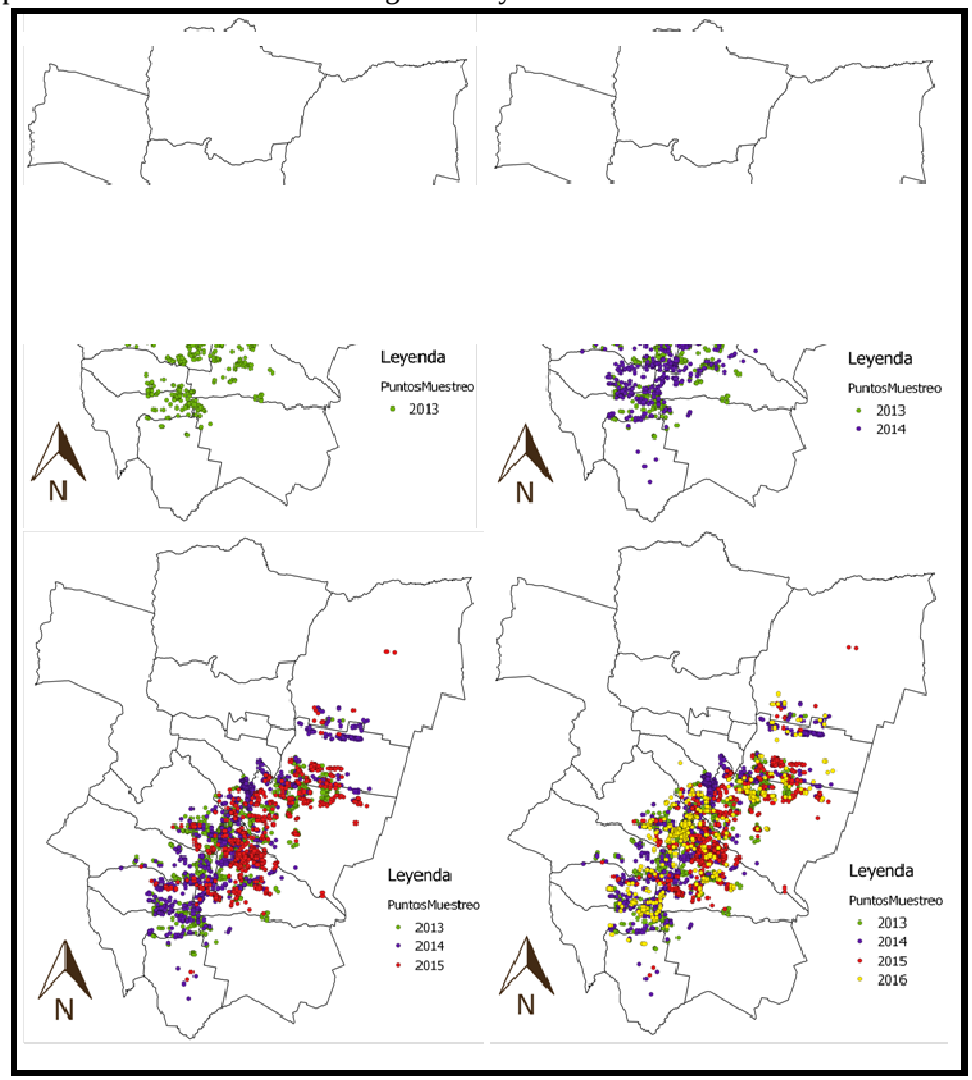


Figura 1. Mapas de la provincia de Tucumán, con evolución de sitios georeferenciados de muestreo de suelos durante cuatro años de duración del programa

Tabla 1. Estadísticas anuales de productores, muestras y determinaciones realizadas durante el PROICSA

Año	Nº de productores con lotes comerciales relevados	Nº de productores con lotes semileros relevados	Nº de muestras analizadas	Nº determinaciones analíticas
2013	930	68	2790	53010
2014	850	165	2550	48450
2015	745	180	2235	48165
2016	500	150	1500	22800
Total	**3025**	**506**	**9075**	**172425**

Con los datos obtenidos en campo y laboratorio se elaboraron los informes técnicos respectivos, los que fueron entregaron en reuniones periódicas realizadas en las sedes de 23 cooperativas, así como también en encuentros con aproximadamente 160 grupos de productores asociados zonalmente. En estas reuniones, que siempre requirieron una capacitación previa para la mejor interpretación de los resultados, se trabajó en forma de taller, con consultas y con fuerte intercambio entre el técnico y el agricultor. En términos generales, los informes fueron dando recomendaciones de manejo según la problemática individual del campo o zonal según el caso. En la tabla 2, se sintetizan algunas de las limitaciones más comunes advertidas en los campos de productores de caña de azúcar de la provincia, y también se resumen las recomendaciones de manejo para cada tipo de limitación. Durante 2017 se cargará la base de datos en una página web que incrementará el vínculo del productor con la institución técnica.

Tabla 2. Tipo de limitación para la producción de caña y recomendaciones de manejo para cada una de ellas en Tucumán, Argentina.

Tipo de Limitación	Recomendaciones de manejo
Pendientes excesivas.	Mantenimiento de RAC en superficie; plantación en curvas de nivel.
Suelos de baja capacidad de retención de agua; arenosos, muy lavados, con poca materia orgánica.	Mantenimiento de RAC; división de dosis de fertilizantes nitrogenados; incorporación de abonos orgánicos (cachaza).
Suelos de bajo tenor de fósforo.	Fertilización fosfatada en base de surco de plantación; abonos orgánicos (cachaza).
Suelos con bajo valor de K int.	Suceptible de aplicación de vinaza en dosis controlada
Relieves subnormales y/o cóncavos con infiltración diferida y mal drenaje.	Extracción de RAC o incorporación del mismo; orientación de surcos y calles para evacuación de agua; cosecha con condiciones adecuadas de piso
Suelos salinos, o sódicos o calcáreos.	Orientación de surcos y calles para evacuación de agua; desagües, drenajes, enmiendas orgánicas o minerales

CONCLUSIONES

El PROICSA ha permitido relevar los suelos de 3000 pequeños productores de caña de azúcar, que antes de la implementación del programa no tenían fácil acceso a la tecnología. Con el conocimiento de los suelos y las recomendaciones de manejo para cada caso en particular, se espera que los productores puedan incrementar la productividad de sus cañaverales. Además, se logró un fuerte acercamiento de los agricultores con las instituciones técnico-científicas de la región, vínculo que se consolidará a partir de la página web interactiva que se está generando.

REFERENCIAS

-Fandos C.; Scandaliaris J.; Scandaliaris P.; Soria F. y Carreras Baldrés J. Area cosechable y producción de caña de azúcar para la zafras 2010; 2011; 2012 y 2013 en Tucumán**.** Reporte Agroind. EEAOC Nº 39, 53, 66 y 83.

-Moscatelli G.; Godagnone R.E.; Salazar Lea Plaza J.C.; Nakama V. y Cuenca M. A. 2005. Estudio de suelos para la reconversión del sector agropecuario. Departamentos Famaillá, Monteros, Simoca y Chicligasta, provincia de Tucumán. ISBN 987-521-148-6. 132 pp.

-Sanzano G.A. y Fadda G.S. 2009. Características de los suelos para caña de azúcar. Recomendaciones de manejo. Cap 2. Manual del cañero. 23-32. ISBN978-987-21283-6-4.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL SUELO EN CAÑA DE AZÚCAR BAJO CONDICIONES DE SECANO CONSIDERANDO EL ALMACENAJE DE AGUA Y LA PERMEABILIDAD

SOIL MANAGEMENT STRATEGIES IN SUGAR CANE UNDER RAINFED PRODUCTION CONSIDERING WATER STORAGE AND PERMEABILITY

Sanzano G.A,*; Arroyo E.A.; Aranda N.D.; Sosa F.A.; Sotomayor C.; Romero J.I. y Digonzelli P.A.
Av. William Cross 3150. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Las Talitas. Tucumán- Argentina
* asanzano@eeaoc.org.ar

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar la capacidad de almacenaje de agua útil (CAAU) y la permeabilidad (K) de los suelos y sugerir manejos para incrementar la productividad de la caña de azúcar. Se utilizó un modelo predictivo luego del análisis de 1700 suelos de regiones cañeras de Tucumán, Argentina. Los resultados mostraron que un tercio de los suelos de la región húmeda del pedemonte tienen baja CAAU y un 15% de alta K, generando déficit hídrico y lavado de nutrientes. Se recomienda mantenimiento del residuo de cosecha y plantación en curvas de nivel. En llanura Chacopampeana, de balance hídrico negativo, se estimó un 75% de suelos con CAAU alta, se sugiere igualmente cosecha en verde y cobertura superficial. En llanura deprimida, de suelos mal drenados, un 26% de los mismos son de baja K. Nosotros recomendamos extraer o incorporar el residuo y orientar la plantación para evacuar el agua.
PALABRAS CLAVE: manejo del suelo, almacenaje de agua, permeabilidad del suelo, caña de azúcar

ABSTRACT

The objective of the study was to estimate the useful water storage capacity (CAAU) and soil permeability (K) and recommend management to increase the productivity of sugarcane. A predictive model was used after the analysis of 1700 soils of sugarcane regions of Tucumán, Argentina. The results showed that a third of the soils of the humid region of the piedmont have low CAAU and 15% high K, generating water deficit and nutrient washing. Maintenance of crop residue and planting in contour lines is recommended. In the Chacopampeana plain, of negative water balance, was estimated 75% of soils with high CAAU, green harvesting and surface cover are also suggested. In depressed plain, of poorly drained soils, 26% of them are low K. We recommend extracting or incorporating the crop residue and orienting the plantation to evacuate the water.
KEY WORDS: soil management, water storage, soil permeability, sugar cane

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una especie altamente eficiente en el uso de los recursos hídricos, que en la provincia de Tucumán, al noroeste de Argentina, requiere como necesidad evapotranspiratoria entre 1250 y 1400 mm para un ciclo de 10 - 12 meses (Romero *et al.*, 2009). Las regiones agroecológicas cultivadas con caña de azúcar tienen características climáticas, fisiográficas y edáficas diferentes (Zuccardi y Fadda, 1985) por lo que el cultivo debe desarrollarse en ambientes tan disímiles que incluyen suelos bien drenados de áreas húmedas con 500 mm de diferencia de precipitaciones con respecto a otras regiones semiáridas; otras áreas con mal drenaje y gran heterogeneidad textural, etc. Considerando que el 85% de la superficie cultivada es de secano, hay que considerar la CAAU y la K de los suelos en cualquier análisis de situación.

Las necesidades de agua de la caña de azúcar son bajas durante la brotación por su menor área foliar, mientras que son muy altas durante el período de pleno crecimiento. Se debe contribuir al almacenaje de agua o a la evacuación del exceso hídrico para el mejor uso del cultivo según sus necesidades transpiratorias.

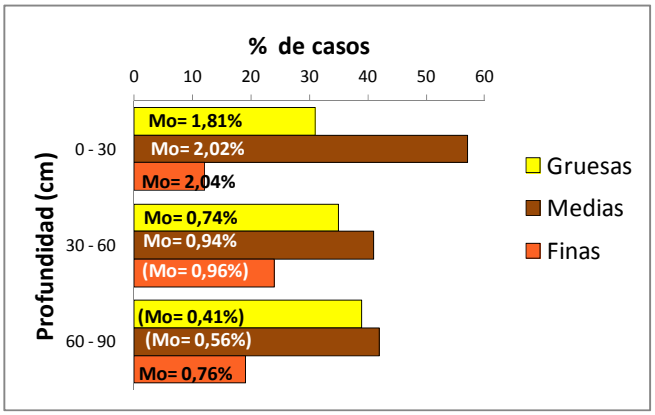
La CAAU de un suelo está definida por la diferencia comprendida entre el contenido hídrico que tiene el suelo a capacidad de campo y el correspondiente al punto de marchitez. A su vez, determinar estas constantes hídricas en un gran número de muestras de suelo es una tarea difícil y costosa. Sin embargo, existe una muy buena correlación estadística entre la textura del suelo y los potenciales hídricos, que permiten proveer estimaciones seguras para la toma de decisiones (Saxton and Rawls, 2006).
El objetivo del presente trabajo fue estimar la CAAU y la K de los suelos con el fin de sugerir recomendaciones de prácticas de manejo que incrementen la productividad del cultivo de caña de azúcar.

MATERIALES y MÉTODOS

Se extrajeron muestras con barreno a 3 profundidades (0 – 30 cm; 30 – 60 cm y 60 – 90 cm) de 1700 sitios georeferenciados distribuidos en tres regiones productoras de caña de azúcar: pedemonte; llanura chacopampaeana y llanura deprimida. Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: % de arcilla, limo y arena (tamizado e hidrómetro de Bouyoucos) materia orgánica oxidable por Walkley-Black; y conductividad eléctrica en el extracto de saturación.
A partir de los datos obtenidos en laboratorio se utilizó el modelo predictivo propuesto por Saxton and Rawls (2006), en el que se ingresaron los datos de % de arcilla y arena; % de M.O; conductividad eléctrica y % de gravas (estimado en campo) y se obtuvieron las constantes hídricas de capacidad de campo y punto de marchitez, la capacidad de agua útil (CAAU) y la conductividad hidráulica (K). Los resultados obtenidos para estos dos últimos parámetros se presentan en este trabajo.

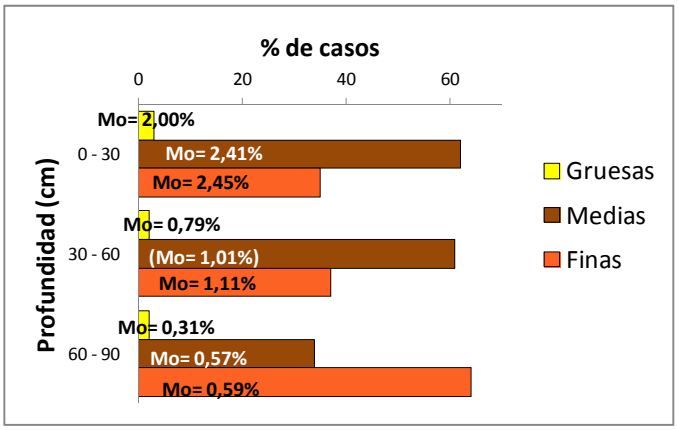
RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observan los grupos texturales para cada profundidad en la región del pedemonte, y la proporción de los rangos de CAAU y K de 350 suelos. Las texturas gruesas agrupan a los suelos arenosos, arenosos francos y franco arenosos. Las texturas medias incluyen a los francos y franco limosos, mientras que en el grupo de texturas finas están los suelos franco arcillosos, franco arcillo limosos; arcillosos y arcillo limosos. Hay un predominio de las texturas medias en todas las profundidades aunque también es significativa la presencia de las fracciones gruesas. Los suelos de texturas finas no tienen presencia significativa. Hay una fuerte asociación entre el contenido de arcilla y % de Mo del suelo.
El modelo predictivo da como resultado que un 27% de los suelos del pedemonte cañero tienen una baja CAAU, menor a 1 mm cm^{-1}, mientras que un 21% del total muestran valores altos y muy altos de K, mayores a 4 cm h^{-1} (tabla 1) por lo que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación podrían ser importantes y disminuir la disponibilidad del mismo (Portocarrero, 2010). La baja CAAU y el lavado de N podrían ser causa de rendimientos culturales menores a los esperados para la región. Se recomienda mantener el residuo agrícola de cosecha (RAC), para reducir el impacto directo de la gota de lluvia sobre el suelo, disminuir la velocidad del escurrimiento y permitir una mayor infiltración (Sanzano *et al*., 2009). La plantación en curvas de nivel, contribuye en el mismo sentido, permitiendo aumentar el contenido de agua almacenada en el perfil.
La figura 2 muestra la distribución en profundidad de los grupos texturales y la proporción de los rangos de CAAU y K de la región de la llanura Chacopampeana para 150 sitios de muestreo. El predominio de las texturas medias es significativo en la capa superficial del suelo, mientras que en las capas más profundas aumenta la proporción de suelos de texturas finas. El grupo textural grueso no es significativo en la región. Los suelos de CAAU alta representan un 75% del total (tabla 2), lo que implica que el almacenaje de agua está asegurado si las precipitaciones ocurren normalmente en cantidad y frecuencia. En esta región, de características subhúmedas secas y semiáridas, durante el período de brotación y macollaje, no se registran en los suelos contenidos hídricos que superen el 50% de su CAAU, (Ojeda et *al.* 2016). En estos suelos, se sugiere también mantener el RAC, con el objetivo de maximizar el ingreso de agua por infiltración y minimizar las pérdidas por evaporación.
En la figura 3 se muestra la distribución en profundidad de los grupos texturales de la región de la llanura deprimida, así como la proporción de rangos de CAAU y K (tabla 3) para un total de 1200 sitios de muestreo.



	> 1,5 mm cm^{-1}	1 - 1,5 mm cm^{-1}	< 1,5 mm cm-1
CAAU	11%	62%	27%
	> 0,4 cm h^{-1}	0,4 - 4 cm h^{-1}	> 4 cm h^{-1}
K	15%	64%	21%

Figura 1 y Tabla 1. Proporción de grupos texturales por rangos de profundidad (izquierda) y de CAAU y K (derecha) en suelos del pedemonte cañero de Tucumán, Argentina



	> 1,5 mm cm^{-1}	1 - 1,5 mm cm^{-1}	< 1,5 mm cm-1
CAAU	75%	24%	1%
	> 0,4 cm h^{-1}	0,4 - 4 cm h^{-1}	> 4 cm h^{-1}
K	1%	27%	72%

Figura 2 y Tabla 2. Proporción de grupos texturales por rangos de profundidad (izquierda) y de CAAU y K (derecha) en suelos de la llanura chacompeana de Tucumán, Argentina

En todos los rangos de profundidad predomina significativamente el grupo de texturas medias, mientras que el grupo de las texturas gruesas representa desde un cuarto hasta un tercio de los sitios muestreados. El área se caracteriza por la presencia de una capa freática, cuyo nivel responde principalmente al régimen de precipitaciones. Los suelos pueden presentar contenidos hídricos superiores a la capacidad de campo, generando condiciones de asfixia radicular, menor disponibilidad de nutrientes, y limitaciones para la realización oportuna de algunas labores. La heterogeneidad textural de los suelos está fuertemente ligada a su posición en el relieve, lo que impide la generalización de recomendaciones para el manejo de los excesos hídricos. En los suelos de textura arenosa, la presencia del agua freática tiene menor influencia sobre la zona radicular, lo que podría resultar ventajoso en años de altas precipitaciones, se torna negativo en los años más secos, porque los suelos contienen menos agua disponible para la planta. Se observa que un 26% de los suelos presentan valores de K bajos, que indican una dificultad importante para el drenaje. Por otra parte, se han detectado solo un 6% de suelos con altos valores de K, de texturas más gruesas y bien drenados, en los que la caña de azúcar puede sufrir estrés hídrico, como consecuencia de que la capa freática puede aportar muy poco agua a las raíces del cultivo. Finalmente, un 66% y un 67% de los suelos presentan valores de CAAU y K medios, respectivamente, lo que indica por un lado que pueden almacenar más agua y recibir un mayor aporte hídrico de la freática que los de textura gruesa, al mismo tiempo que son más fáciles de drenar que los de textura fina. En esta región no puede recomendarse un único manejo del RAC, ya que su mantenimiento en la superficie del suelo puede agravar los problemas producidos por el exceso de agua, siendo preferible extraer el residuo para destinarlo a otros fines, o incorporarlo al suelo mediante equipos

FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO ECOLÓGICO DE LA ESCALDADURA FOLIAR DE LA CAÑA DE AZÚCAR

FUNDAMENTS FOR THE ECOLOGIC MANAGEMENT OF SUGARCANE LEAF SCALD

Alfonso, F[1]*, López, L[2]*, Tuero, S[1]*, Pérez, M. E[1]*, Hernández, M. R[1]*, Cardentey, C[1]*, Silva, J. C[1].

[1] Grupo de Extensionismo y Servicios Agrícolas, Carretera al Martí, 1½, San Cristóbal, Artemisa, Cuba. Email:francisco.alfonso@eticaar.azcuba.cu. Teléfono 522372

[2] Empresa Azucarera Artemisa, Carretera al Martí, 1½, San Cristóbal, Artemisa, Cuba. *email:leonel.lopez@eaart.azcuba.cu. Teléfono 523821

RESUMEN

Las investigaciones se desarrollaron en la Unidad Básica de Producción Cooperativa "José Martí", perteneciente al central azucarero "30 de Noviembre", provincia Artemisa, con el objetivo de determinar los fundamentos para el manejo ecológico de la escaldadura foliar de la caña de azúcar. Se evaluaron 38 campos y en 23 se observaron diferentes sintomatologías, diagnosticándose la presencia de *X. albilineans* en 14 de ellos. La enfermedad se observó, con una alta propagación, entre los meses de Noviembre-Abril. Se visualizaron 12 especies de malezas, catalogándose a Don Carlos, Hierba de Guinea, Hierba fina, Hierba de elefante y Zancarañalas de mayor riesgo como hospedantes y transmisoras de *X. albilineans*. Para el año 2020, el 58.3% del área estará ocupado por cultivares susceptibles e intermedios. El análisis de los resultados obtenidos nos permitió proponer los fundamentos para el manejo ecológico de la enfermedad.

Palabras clave: caña de azúcar, escaldadura foliar, manejo ecológico

ABSTRACT

The investigations were developed in the Basic Unit of Cooperative Production "José Martí", belonging to the sugar mills "30 de Noviembre" of the province Artemisa, with the objective of determining the fundaments for the ecologic management of sugarcane leaf scald disease. 39 fields were evaluated and in 23 different symptoms were observed. The diagnoses revealed the presence of *X. albilineans* in 14 of them. The disease was observed, with a high propagation, among the months of November-April. 12 species of weeds were visualized, being classified Don Carlos, Guinea Grass, Fine Grass, Elephant Grass and Zancaraña those that constitute bigger risk as host and transmitters of *X. albilineans*.For the year 2020, 58.3% of the area will be occupied by susceptible and intermediate cultivars. The analysis of the obtained results allowed to finding the fundaments for the ecologic management of the disease.

Key words: sugarcane, leaf scald, ecologic management

INTRODUCCIÓN

Dentro de las enfermedades que mayores pérdidas agrícolas e industriales pueden causar en la caña de azúcar se considera la escaldadura foliar, causada por *Xanthomonasalbilineans* (Ashby) Dowson.
En Cuba se reportó en el año 1978 y en áreas de la actual Empresa Azucarera Artemisa se observó en los años 2000-2001, reapareciendo en 2013 -2014 en áreas de semilla.
Debido a la complejidad de lograr establecer una composición varietal adecuada para su control en un periodo de tiempo más o menos corto, se sugiere la implementación de medidas alternativas de manejo.

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar algunos aspectos que nos sirvieran para fundamentar el manejo, sobre bases ecológicas, de la escaldadura foliar en las áreas cañeras de la UBPC "José Martí".

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en las áreas de influencia de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "José Martí", perteneciente al central azucarero "30 de Noviembre", Empresa Azucarera Artemisa, donde se determinó la propagación e intensidad de los ataques de la enfermedad, la composición y balance varietal para el período 2017-2020 y su reacción ante *X.albilineans,* así como la visualización de la flora arvense transmisora u hospedante de la enfermedad asociada al cultivo en las zonas estudiadas.

Determinación de la propagación e intensidad de los ataques de la enfermedad.

Para determinar la propagación de la enfermedad se seleccionaron dos campos de diferentes edades fenológicas en el100 % de los bloques plantados con caña de azúcar que conforman la UBPC. En cada campo se establecieron cinco sitios de muestreo en forma de sobre cerrado, en los cuales se chequearon todas las plantas de cinco plantones tomados al azar.
Las observaciones se realizaron durante los años 2014-2016 en diferentes meses y fases fenológicas del cultivo. De las plantas que presentaron síntomas presuntivos de la enfermedad se tomaron muestras de hojas y tallos, las que se enviaron al laboratorio central de diagnóstico del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
El diagnóstico de la enfermedad se realizó de forma visual mediante análisis de la sintomatología y la identidad del patógeno por aislamiento del microorganismo en medio Wilbrink modificado y Reacción en Cadena de la Polimerasa (RCP).
La propagación de la enfermedad, a partir del conocimiento del diagnóstico de laboratorio, se calculó según la fórmula:$P\ (\%) = \frac{\text{Número de campos positivos x 100}}{\text{Número total de campos muestreados}}$

La intensidad del ataque y el comportamiento de los cultivares ante la enfermedad en condiciones de infección natural se determinó mediante las escalas utilizadas por Alfonso y col., 2014.

Estudio de la composición y balance varietal y su reacción ante la enfermedad.

El análisis de la composición y balance varietal de la UBPC se realizó apoyados en las recomendadas por el Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS) para el periodo 2017-2020 y, a partir de la reacción de los cultivares propuestos, se determinó la vulnerabilidad de las plantaciones ante los ataques de la enfermedad.

Visualización de la flora arvense transmisora u hospedante de la enfermedad.

Teniendo en cuenta la participación de las plantas arvenses como hospedantes alternativos y transmisoras de enfermedades y plagas en los cultivos agrícolas, se realizaron en los mismos puntos donde se chequeó la enfermedad, en el interior de los campos chequeados y su colindancia para conocer la presencia de plantas arvenses conocidas como reservorios de *X. albilineans* en condiciones naturales. En función de la presencia de cada especie, se calculó su frecuencia de aparición donde:

$F\ (\%) = \frac{\text{Número de sitios muestreados en que se encuentra la especie x 100}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la propagación e intensidad de los ataques de la enfermedad

De un total de 21 bloques con que cuenta la UBPC, se encuestaron 19 (90.5%), donde se chequearon 38 campos y en 23 (60.5%) se observaron ocho formas de expresión de síntomas presuntivamente asociados a la escaldadura foliar; ellas fueron clorosis foliar, líneas anchas cloróticas en hojas, líneas anchas necróticas en hojas, líneas anchas cloróticas con áreas necróticas en hojas, líneas finas blanquecinas en hojas, líneas finas necróticas en hojas, brote de yemas laterales con clorosis foliar y muerte de los tallos.
El diagnóstico de laboratorio reveló que de las 23 muestras analizadas, 14 (60.9%), procedentes de ocho bloques resultaron positivas, señalando una alta propagación en las plantaciones cañeras de la UBPC, infectando ocho de los 14 cultivares en explotación comercial.
Se observaron síntomas muy similares a los producidos por escaldadura foliar, pero parecen estar relacionados con otras causas. Aquellos caracterizados por clorosis foliar, líneas anchas cloróticas y necróticas en las hojas, brote de yemas laterales con clorosis foliar y muerte de los tallos, coinciden con los descritos por Comstock(2001) para la enfermedad, los que pueden ser utilizados para su diagnóstico de forma visual. De los cultivares con síntomas positivos, C87-51 y CB44-52 presentaron ataques intensos, lo que los clasifica como susceptibles. El resto de los infectados (C85-1 y C323-68) fueron resistentes yC132-81, C86-12 y RB74454, intermedios.
Los mayores niveles de intensidad de los síntomas se observaron entre los meses de noviembre y abril, caracterizado como un periodo seco y cálido. Sin embargo, estas condiciones climáticas son antecedidas por un periodo lluvioso y temperatura media alta, de mayo a octubre. Estos dos eventos, unido al drenaje deficiente que caracteriza los suelos de las zonas estudiadas, son factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Estudio de la composición y balance varietal y su reacción ante la enfermedad.

Los diagnósticos positivos en muestras con síntomas asociados a la escaldadura foliar revelaron la presencia de *X. albilineans* en las plantaciones de la UBPC. Para el año 2020 la proyección del área total con caña de azúcar en la unidad productora será de 1637.90ha, donde estarán bajo cultivo 11 cultivares, de los cuales cuatro son susceptibles y uno intermedio a la enfermedad. Entre ellos ocuparán el 58.3% (Tabla I), lo que constituye un peligro potencial, señalando la vulnerabilidad de las plantaciones ante la ocurrencia de una epifitia.

Tabla I. Proyección del área (%) a ocupar por cultivares de diferente reacción a la enfermedad para el periodo 2017-2020.

Reacción	2017	2018	2019	2020
Resistentes	28.4	32.4	32.4	41.7
Intermedias	39.5	35.5	33.4	26.7
Susceptibles	32.1	32.1	34.2	31.6

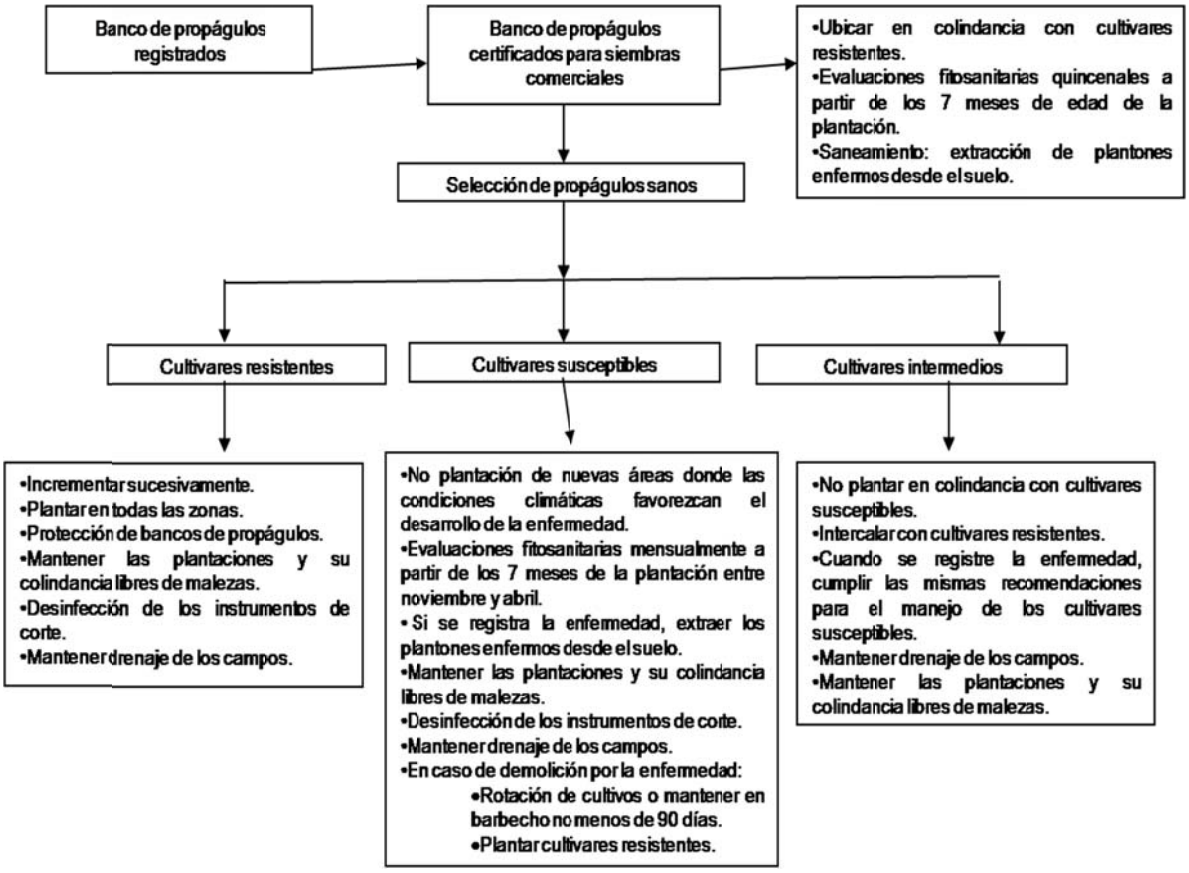
Visualización de la flora arvense transmisora u hospedante de la enfermedad.

Se visualizaron 12 especies de malezas creciendo dentro o en colindancia de los campos chequeados; de ellas Don Carlos[*Sorghumhalepense* (L.) Pers], Hierba de Guinea(*Panicum máximum* Jacq.), Hierba fina[*Cynodondactylon* (L.) Pers], Hierba de elefante (*Pennisetumpurpureum*Shum.) y Zancaraña[*Rottboelliacochinchinensis*(Lour.) Clayton]son las de mayor riesgo como hospedantes y transmisoras de *X. albilineans*en condiciones naturales en Cuba (Alfonso y col, 2016).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos y observaciones realizadas nos permitieron proponer los fundamentos, sobre bases ecológicas, destinados a mantener los niveles de infección manejables en los cultivares en explotación comercial, sin correr riesgos de alteración de la carga de inoculo circulante del patógeno (Figura 1).

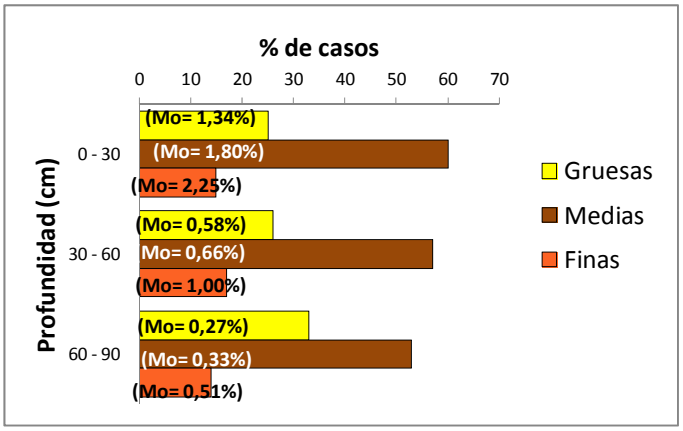
Figura 1.Fundamentospara el manejo ecológico de la escaldadura foliar de la caña de azúcar en áreas de producción de la UBPC "José Martí".



REFERENCIAS

1. Alfonso, F. y col. Distribución y comportamiento varietal ante la escaldadura foliar en plantaciones de caña de azúcar para la producción de etanol en Venezuela. Revista ATAC, 2014, Vol. 75, No. 3, p.33-38.
2. Comstock, J. C. Foliar symptoms of sugarcaneleafscald. Sugar Journal, 2001, v. 64, p.23-32.
3. Alfonso, F. y col. Principales arvenses hospedantes de enfermedades e insectos plaga en las áreas cañeras del central azucarero “30 de Noviembre”. Resúmenes V Congreso de Ciencias de las Malezas, La Habana, 2016, 3pp.

cultivadores. Además, se sugiere la orientación de surcos y callejones para la evacuación del exceso de agua, a fin de evitar de ese modo el aumento del nivel freático por infiltración diferida (Sanzano y Fadda, 2009). En cambio, en los suelos con baja CAAU, mantener el RAC luego de la cosecha, permite minimizar las pérdidas por evaporación y contribuir al ascenso del nivel freático como fuente hídrica adicional.



	> 1,5 mm cm^{-1}	1 - 1,5 mm cm^{-1}	< 1,5 mm cm-1
CAAU	21%	66%	13%
	> 0,4 cm h^{-1}	0,4 - 4 cm h^{-1}	> 4 cm h^{-1}
K	6%	67%	26%

Figura 3 y Tabla 3. Proporción de grupos texturales por rangos de profundidad (izquierda) y de CAAU y K (derecha) en suelos de la llanura deprimida de Tucumán, Argentina

CONCLUSIONES

Un tercio de los suelos del pedemonte tienen una baja CAAU y un 15% presentan altos valores de K. En suelos excesivamente drenados, con déficit hídrico y probable lavado de nutrientes, es recomendable el mantenimiento del RAC en superficie y la plantación en curvas de nivel.
En la llanura Chacopampeana, se han detectado un 75% de suelos con alta CAAU, lo que constituye una ventaja a partir de que el régimen de lluvias al este de la región es deficitario para la caña de azúcar. Se sugiere maximizar la infiltración y minimizar la evaporación a través del mulching dejado en el suelo.
En la región de la llanura deprimida se estimó que un 26% de los suelos tienen baja K, de pobre drenaje. Se recomienda no dejar el RAC en la superficie y orientar los surcos para evacuar el exceso de agua.
El modelo predictivo usado en este trabajo ha demostrado ser una herramienta útil para estimar la CAAU y la K de los suelos a través del uso de variables obtenidas en los análisis de rutina.

REFERENCIAS

-Ojeda E.; Sosa F.A. y Correa O.R. 2016. Estimación del consumo hídrico del caña de azúcar en secano y con riego por goteo en Tucumán. Inédito. Presentado a SATCA 2016.
-Portocarrero, R. 2010. Interacción agua superficial-acuífero libre y el contenido de nutrientes en la cuenca del arroyo El Tejar, Tucumán. Tesis de maestría. Facultad Regional Tucumán, UTN, R. Argentina.
-Romero E..; Scandaliaris J.; Digonzelli P.; Leggio M.; Giardina J..; Ullivarri J.; y Tonatto. M.J. 2009. La caña de azúcar. Características y Fisiología. Cap. 1. Manual del cañero. ISBN978-987-21283-7-1. 13- 23.
-Sanzano G.A.; Sosa F.A.; Morandini M.; Romero J.I.; Rojas H.C. y Digonzelli P. 2009. Evaluación de la erosión hídrica con caña de azúcar y sin cobertura de maloja. Avance Agroind. Vol 30 (nº3): 16 -18.
-Sanzano G.A. y Fadda G.S. 2009. Características de los suelos para caña de azúcar. Recomendaciones de manejo. Cap. 2. Manual del cañero. ISBN978-987-21283-7-1. 23-34.
-Sanzano G.A. 2014. Agricultura de secano. La economía del agua. Avance. Agroind. Vol. 35 (2). 8-19.
-Saxton K.E. and Rawls W.J. 2006. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 70. 1569- 1578.

MUESTREO INTENSIVO PARA DETERMINAR FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL ÁREA CAÑERA DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN- ARGENTINA

INTENSIVE SAMPLING TO DETERMINE FERTILITY OF SOILS OF THE CAÑERA AREA OF THE PROVINCE OF TUCUMÁN- ARGENTINA

Sanzano G.A.*; Arroyo E.A.; Aranda N.D.; Rojas Quinteros H.; Madrid F. y Navarro J.
Av. William Cross 3150. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Las Talitas. Tucumán- Argentina
*asanzano@eeaoc.org.ar

RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en realizar un inventario detallado de propiedades edáficas condicionantes de la fertilidad, a partir del muestreo y análisis de suelos correspondientes a 2500 sitios georeferenciados en el área cañera de Tucumán, Argentina. Se detectó una alta proporción (69%) de suelos con contenidos bajos de materia orgánica y más de un 50% con valores bajos de nitrógeno total. En cambio, fueron muy pocos los suelos que tuvieron bajos valores de fósforo como para responder a la fertilización. Se han encontrado suelos fuertemente desaturados con bajos valores de calcio y/o magnesio, cuyo efecto sobre el cultivo debe estudiarse. Un 21 % de los suelos mostró bajos valores de potasio, con probable respuesta del cultivo al agregado de este nutriente. Fueron escasos los suelos con concentraciones limitantes de sales solubles, pero sí hubo una proporción significativa con presencia de calcáreo ligados a condiciones de drenaje pobre.
PALABRAS CLAVE: suelo, fertilidad, caña de azúcar

ABSTRACT

The objective of the work was to carry out a detailed inventory of soil properties that determine fertility, based on the sampling and analysis of soils of 2500 georeferenced sites in the sugarcane area of Tucumán, Argentina. A 69% of soils with low organic matter contents and more than 50% with low values of total nitrogen was detected. In contrast, very few soils that had low phosphorus values to respond to fertilization. Strongly desaturated soils with low values of calcium and / or magnesium have been found, and their effect on the crop must be studied. 21% of the soils showed low values of potassium, with probable response of the crop to the aggregate of this nutrient. There were few soils with limiting concentrations of soluble salts, but there was a significant proportion with the presence of limestone bound to poor drainage conditions.
KEY WORDS: soil, fertility, sugar cane

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Tucumán, al noroeste Argentina, se cultivan 280.000 ha con caña de azúcar que generan el 65% del total de azúcar producido en el país. El cultivo se desarrolla en distintas regiones agroecológicas con características fisiográficas y climáticas diferentes. Los suelos han sido clasificados dentro del orden Molisoles (Zuccardi y Fadda, 1972), lo que hace suponer una buena fertilidad química de los mismos. Por otra parte, los criterios utilizados para la recomendación de las dosis en la fertilización nitrogenada están basados en el conocimiento de los tenores de materia orgánica del suelo y en los rendimientos esperados del cultivo. En cambio, las fertilizaciones fosfatadas y potásicas, se deciden en función del valor obtenido a partir del análisis de suelo (Pérez Zamora, 2005). Sin embargo, existen otros parámetros edáficos que influencian tanto a la disponibilidad de los nutrientes mencionados como al rendimiento del cultivo.

El conocimiento detallado del recurso edáfico puede permitir a los técnicos y productores cañeros, la adopción de tecnologías de manejo diferenciales para cada situación en particular (Sanzano y Fadda, 2009). El objetivo del trabajo ha sido la realización de un inventario de varias propiedades edáficas condicionantes de la fertilidad en toda el área cañera de la provincia de Tucumán, noroeste de Argentina.

MATERIALES y MÉTODOS

Entre los años 2013 y 2016, se extrajeron muestras compuestas superficiales de suelos de 2500 pequeños productores cañeros de la región (Figura 1). En laboratorio se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: pH por potenciometría (agua 1:2,5); conductividad eléctrica (CE) en extracto de saturación; CO_3Ca por gasometría; materia orgánica (Mo) por Walkley-Black; nitrógeno total (N) por Kjieldah; fósforo disponible (P) por Bray y Kurtz II; calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) intercambiables con acetato de amonio a pH 7 y capacidad de intercambio de cationes (CIC) con acetato de sodio a pH 8,2.

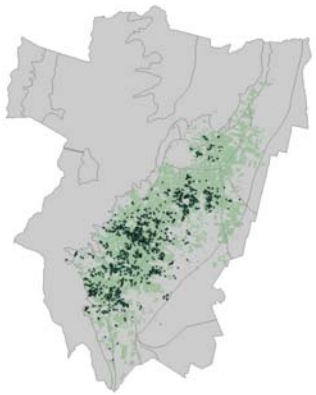


Figura 1. Ubicación de sitios de muestreo en el área cañera de la provincia de Tucumán, Argentina

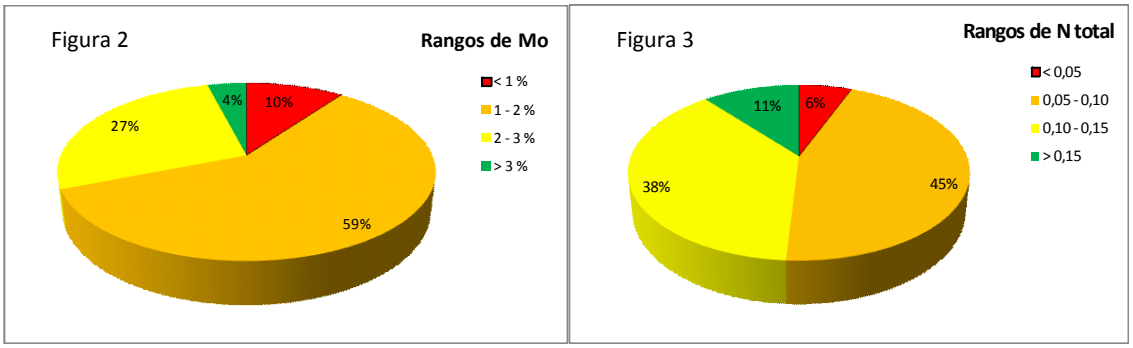
RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se observa la proporción de rangos de Mo obtenidos. Un 69 % de los suelos presentan valores de Mo inferiores al 2%, probablemente como consecuencia de más de un centenar de años de cultivo. Valores moderados de Mo están presentes en un 27% de los sitios analizados y solo un 4% conservan valores superiores al 3% de Mo. Esto es coincidente con lo reportados por Pérez Zamora (2005) para un suelo de 30 años de cultivo en comparación con un suelo aledaño de bosque natural. Se recomiendan prácticas para mantener o aumentar los tenores de Mo de los suelos, tales como cosecha en verde de la caña y mantenimiento del residuo agrícola de cosecha en el campo por el significativo aporte de nutrientes (Digonzelli et al. 2011), o incorporación de cachaza, residuo de la industria azucarera rico en Mo en general y en nutrientes tales como N y P en particular. Contenidos menores al 1% estuvieron fuertemente asociados a altos porcentajes de arena del horizonte superficial por la rápida mineralización de la Mo. En los rangos superiores a 2% de Mo, más del 90% de los suelos fueron de texturas medias y finas.

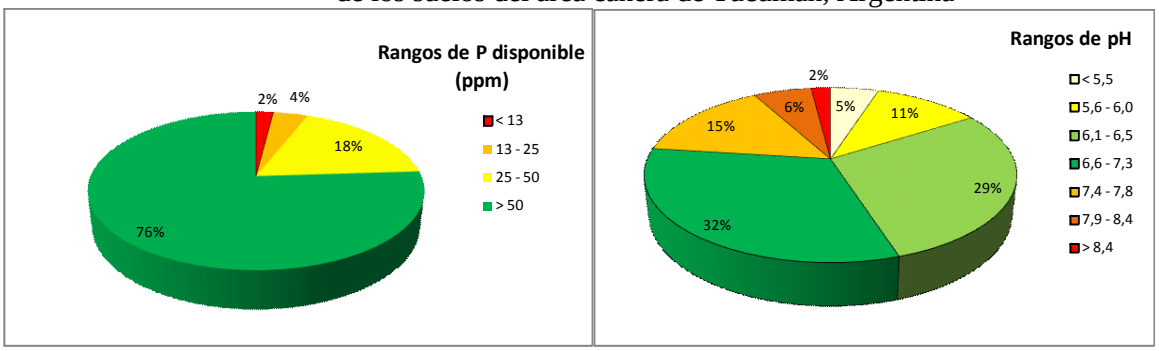
La relación Mo/ nitrógeno (N) del suelo es bastante estable, por lo que también puede utilizarse este último valor como un indicador de la cantidad de N potencialmente mineralizable que puede llegar a estar disponible para la planta en forma de nitratos. En la Figura 3 se muestran los rangos de N total de los suelos. Se observa que poco más de la mitad de los mismos tienen contenidos de N bajos y muy bajos, menores a 0,10%, un 38% contenidos medios y solo un 11% presentan valores mayores a 0,15%. Se debe tener en cuenta que el suelo está proveyendo una cantidad de N muy por debajo de los requerimientos del cultivo.

La figura 4 muestra la distribución proporcional de los contenidos de fósforo disponible (P) discriminados según los niveles críticos en los suelos de respuestas seguras, probables o no respuestas a la fertilización

(Pérez Zamora et al., 2005). Solo se han detectado suelos con menos de 13 ppm y entre 13 y 25 ppm de P disponible en 2% y 6% de los casos, con respuestas seguras o probables a la fertilización, respectivamente.
En la figura 5, el pH muestra rangos predominantemente neutros y ligeramente ácidos en los que el cultivo puede asimilar sin problemas la mayoría de los nutrientes disponibles. Sin embargo, se han detectado sitios con suelos fuertemente ácidos, muy lavados y de texturas gruesas, que podrían requerir especial atención para satisfacer los requerimientos nutritivos de Ca, Mg y K. Hay un 6% de suelos alcalinos por presencia de CO_3Ca carbonato de calcio, con síntomas de deficiencias de hierro. También se observo una baja proporción de suelos fuertemente alcalinos-sódicos. Estos pH son restrictivos para el normal desarrollo del cañaveral y actualmente en producción.



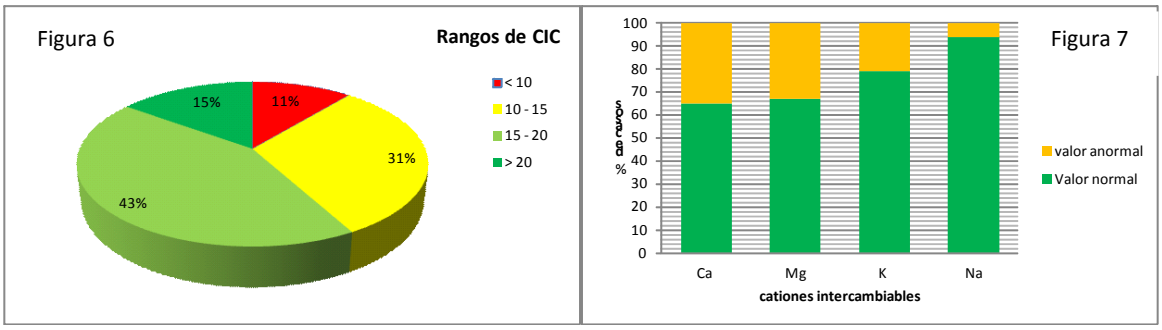
Figuras 2 y 3. Distribución por rangos de proporción del contenido de materia orgánica y de nitrógeno total de los suelos del área cañera de Tucumán, Argentina



Figuras 4 y 5. Distribución por rangos de proporción del contenido de fósforo disponible y pH los suelos del área cañera de Tucumán, Argentina

La caña de azúcar es moderadamente sensible a la salinidad y se estima que valores de CE mayores de 2 dS m^{-1} comienzan a restringir el crecimiento. Suelos con altos tenores de sales solubles se han observado solo en un 3% de los casos, mientras que suelos con valores mayores a 0,5% de CO_3Ca, cuyo efecto sobre la inmovilización de nutrientes ya fue mencionado, se han detectado en un 15% de los sitios en la capa superficial del suelo. Ambos tipos de sales, las solubles y el calcáreo, aparecen en aquellos sitios en los que capa freática está presente a relativamente poca profundidad, que impide su lavado hacia el subsuelo.
La CIC constituye la gran reserva mineral de nutrientes en los suelos, y su conocimiento permite, entre otras cosas, determinar las cantidades de enmiendas necesarias para cambiar el pH del suelo, el posible impacto sobre el suelo que puede tener el uso de efluentes industriales utilizados como riego, etc. En la figura 6 se muestra que los suelos cañeros tucumanos presentan valores bajos de CIC en un 31% de los sitios y muy bajos en un 11%, mientras que el 58% restante los constituye la suma de los valores medios y altos de CIC. Es decir que, en un poco menos de la mitad de los suelos estudiados, el poder buffer es bajo o muy bajo, por lo cual debieran esperarse cambios relativamente grandes en el pH de los suelos y/o en su composición de cationes intercambiables como consecuencia de las prácticas mencionadas. También se han determinado los cationes básicos intercambiables (Ca, Mg, K y Na) los que se muestran en la figura 7. Se observa que los valores de Ca y Mg estuvieron por debajo del rango considerado normal en un 35% y 33% de los sitios

muestreados, respectivamente, lo que implica un grado importante de desaturación en bases bivalentes. Es necesario en el corto plazo estudiar la respuesta de la caña de azúcar al agregado de Ca y/o Mg que pueden estar condicionando los rendimientos del cultivo. Además, se ha detectado solo un 6% de elevados valores de Na intercambiable que se traducen en valores de pH incompatibles con el crecimiento de la caña de azúcar. Por otra parte, es conocido que los suelos tucumanos son ricos en K, como consecuencia de que el material original es predominantemente del tipo de la illita, mineral de arcilla que provee este elemento. Sin embargo, en este estudio, se ha detectado un 21% de los suelos con valores de K por debajo de 0,4 cmol/kg, en los que se ha obtenido alguna respuesta de la caña de azúcar la fertilización potásica (Pérez Zamora, 2005). Por otro lado en el 79% restante, existen algunos suelos cuya saturación potásica excede el 10% de la CIC, por lo que el agregado de K, constituyente de algunos efluentes industriales como la vinaza puede provocar problemas desde el punto de vista del balance catiónico de los suelos.



Figuras 7 y 8. Distribución por rangos de la CIC y porcentaje de sitios con valores normales y anormales de cationes intercambiables de los suelos del área cañera de Tucumán

CONCLUSIONES

Siendo la Mo del suelo, la principal fuente proveedora de nutrientes en general y de N en particular, este trabajo detectó una significativa proporción de suelos con contenidos bajos y muy bajos de Mo y de N, por lo que es importante implementar prácticas que tienda a mantener y/o aumentar los tenores de Mo de los suelos tucumanos. Respecto al P, fue muy baja la proporción de suelos con valores por debajo de los críticos de respuesta a la fertilización. Aunque no se ha determinado la presencia significativa de suelos en el rango de la fuerte acidez, sí se han encontrado suelos fuertemente desaturados en Ca y/o Mg, por lo cual se deberá estudiar su efecto sobre el cultivo. Por otra parte, se han detectado un 21 % de los suelos con valores bajos de potasio, en los que sería probable una respuesta positiva del cultivo al agregado de este nutriente. Por último, aunque no se detectaron suelos con concentraciones limitantes de sales solubles en forma significativa, sí hubo una proporción importante de suelos con calcáreo, en todos los casos ligados a la presencia de una capa freática que impide su lavado.

REFERENCIAS

-Digonzelli, P.; Romero, E.; Alonso, L.; Fernández de Ullivarri, J.; Scandaliaris, J. and Fajre, S. 2011. Assesing a sustainable sugar cane production system in Tucumán, Argentina. Part one: Sugar cane harvest residue (trash) decomposition dynamics. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán (RIAT) 88(1): 1-12.
-Pérez Zamora. 2005. Caña de Azúcar. Cap. 18 de Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ed. Echeverría H. y García F. INTA. ISBN 987-521-192-3.
-Sanzano G.A. y Fadda G.S. 2009. Características de los suelos para caña de azúcar. Recomendaciones de manejo. Cap. 2. Manual del cañero. ISBN978-987-21283-7-1. 23-34.
-Zuccardi R.B. y Fadda G.S. 1972 Los suelos del área cañera de la provincia de Tucumán. Rev. Agron. N.O. Argentino. Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT. IX (2): 383- 401.

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RESIDUO AGRICOLA DE COSECHA (RAC) EN EL ÁREA CAÑERA DE TUCUMÁN - ARGENTINA

EVALUATION OF THE AVAILABILITY OF SUGAR CANE RESIDUES IN TUCUMÁN - ARGENTINA

Juan Fernández de Ullivarri, Fernanda Leggio, Patricia Digonzelli, Sergio Casen, Javier Tonatto y Eduardo R. Romero
Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Av. William Cross 3150, Las Talitas, Tucumán, Argentina (4101). jullivarri@eeaoc.org.ar

RESUMEN

Tucumán cuenta con 274.180 hectáreas con caña de azúcar, luego de la cosecha mecánica, quedan sobre el suelo entre 12 y 17 toneladas de residuo agrícola de cosecha (RAC) por hectárea que pueden ser utilizados como biocombustible. Para cuantificar la cantidad de RAC disponible, se estimó que en Tucumán se generan aproximadamente 151 kg de RAC por tonelada de caña producida. Con esta información y los datos de porcentaje de recolección de RAC de cada región agroecológica, se estimo que, en promedio, se pueden recolectar 1,17 millones de toneladas de RAC anualmente. Si bien la cantidad de RAC recolectable es alta, la distribución temporal de la disponibilidad de RAC no es igual en todos los meses del año, por lo que el estudio de la logística y almacenaje del mismo, son los factores que van a determinar el éxito del uso comercial del RAC como fuente de energía renovable.
Palabras clave: residuo agrícola de cosecha, caña de azúcar, biocombustible, fuente de energía renovable.

ABSTRACT

Tucumán has 274,180 hectares planted with sugar cane and after the mechanical harvest, between 12 and 17 t of agricultural crop residue (ACR) per hectare, that could be used as a biofuel, remain on the ground. To quantify the amount of available ACR, an estimation of 151 kg of residues per ton of cane produced was estimated for Tucumán. With this information and data on the percentage of ACR collection from each agroecological region, it is estimated that on average (2011-2015), 1.17 million tons of ACR can be collected annually. Although the amount of collectable residue is high, the temporal distribution of its availability is not equal in all months of the year, so the study of logistics and storage are the factors that will determine success of the commercial use of ACR as a source of renewable energy.
Key words: agricultural crop residue, sugar cane, biofuel, source of renewable energy.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Tucumán cuenta con 274.180 hectáreas con caña de azúcar (Fandos *et al.*, 2016), de las cuales, el 93,6% se cosechan de forma mecánica en verde. El residuo agrícola de cosecha (RAC) que queda sobre el suelo varía entre 12 y 17 toneladas por hectárea según la variedad y principalmente, el nivel productivo del cañaveral (Romero *et al.*, 2009; Digonzelli *et al.*, 2011). Este RAC puede quedar esparcido sobre el campo como cobertura, ser incorporado en los primeros centímetros del perfil o retirarse total o parcialmente del campo.

En términos energéticos, se estima que por cada tonelada de RAC se producirían 0,4 megavatios de electricidad. Esto significa que cuatro toneladas de RAC representan aproximadamente una tonelada de petróleo (Casen *et al*., 2016).

La conservación del RAC sobre la superficie del suelo tiene numerosos efectos positivos (conservación de la humedad edáfica, control de la erosión, menor incidencia de malezas, aumento de materia orgánica y reciclado de nutrientes, etc.) y resulta altamente recomendable con vistas a la sustentabilidad del sistema productivo. Sin embargo, es posible retirar un porcentaje del RAC que queda después de la cosecha, sin afectar las ventajas agronómicas mencionadas.

En la recolección del RAC para fines energéticos, es importante destacar que el área cañera de Tucumán presenta 3 zonas agroecológicas bien definidas: Pedemonte, Llanura Chaco-Pampeana y Llanura Deprimida, cuyas características de suelo y clima van a condicionar el porcentaje máximo de recolección del mismo. La región del Pedemonte presenta precipitaciones relativamente altas, pero también presenta una gran cantidad de suelos aluvionales de texturas medias a gruesas con baja retención de agua y pendientes elevadas que aumentan el riesgo de erosión. Por este motivo, para esta zona es recomendable retirar solamente el 30% del RAC residual que queda sobre el suelo después de la cosecha. Esta región representa el 20% de la superficie plantada con caña de azúcar. La región de la Llanura Chacopampeana soporta el 23% de la producción de caña de la provincia, se caracteriza por suelos uniformes de texturas limosas con buena retención de agua. Sin embargo en esta región, debido a su elevada evapotranspiración y a limitaciones relacionadas con la fertilidad de los suelos, se recomienda retirar solo el 30% de RAC que queda después de la cosecha. La región de la Llanura Deprimida es la más importante para el cultivo de caña de azúcar, soporta el 57% de la producción de la provincia. Tiene como característica principal una capa freática cercana a la superficie que genera problemas de exceso de agua, por lo que en esta región sería posible extraer, en la mayoría de los suelos, hasta el 70% del RAC residual. El objetivo de este trabajo fue cuantificar el RAC disponible en Tucumán y la posibilidad de que sea utilizado como un recurso energético renovable sin afectar la sustentabilidad del sistema productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se tomaron datos productivos (superficie cosechable y molienda) de caña de azúcar de la provincia de Tucumán entre los años 2011 y 2015, a fin de tener un promedio de producción de cinco años sucesivos. Los datos de superficie cosechable fueron proporcionados por la Sección Sensores Remotos y SIGde la EEAOC. Los datos de molienda fueron obtenidos de la página web del Centro Azucarero Argentino.

Para determinar el trash potencial a partir de la superficie implantada con caña de azúcar, se utilizó el trabajo de Romero *et al.* (2009), el cual determinó que en la provincia de Tucumán, los cañaverales con un rendimiento máximo de 85-90 toneladas de caña por hectárea, generaban, en promedio de todas las variedades estudiadas, 151 kg de trash seco por tonelada de caña producida.

RESULTADOS

La tabla I muestra la caña molida por los 15 ingenios de la provincia de Tucumán entre las zafras 2011 y 2015. Además se calculó el RAC potencial en seco y con 20% de humedad. Este valor de humedad considerado, corresponde al promedio de humedad con que se extraen los fardos prismáticos o rollos, una vez trascurridos 15 días después de la cosecha de la caña de azúcar, en las condiciones climáticas de Tucumán.

Tabla I: Caña molida en la provincia de Tucumán en zafras 2011 a 2015 (Fuente: Centro Azucarero Argentino) y estimación de RAC potencial seco y con 20% de humedad.

Zafra	caña molida (t)	RAC seco (t)	RAC 20% Hº (t)
2011	12.929.556	1.939.433	2.327.320
2012	13.049.375	1.957.406	2.348.888
2013	11.506.759	1.726.014	2.071.217
2014	12.675.458	1.901.319	2.281.582
2015	11.817.679	1.772.652	2.127.182
Promedio	12.395.765	1.859.365	2.231.238

De la tabla I se desprende que, en promedio para las estas cinco zafras, se producen unas 2,23 millones de toneladas de RAC en condiciones de ser recolectado para fines energéticos. De acuerdo a lo expresado anteriormente sobre la recomendación de dejar un porcentaje de RAC sobre la superficie según la región agroecológica donde se encuentre, se presentan en la tabla II, la cantidad de RAC recolectable y la superficie de caña de azúcar que cada una de estas regiones representa.

Tabla II: RAC disponible por región y RAC recolectable por región (con 20% de humedad)

Zafra	RAC Potencial (20% Hº) (t)	RAC Pede-monte (20%)	RAC L. Chacop. (23%)	RAC Llanura Deprimida (57%)	RAC Recolec-table Pedemonte (30%)	RAC Recolec-table Llanura chacop. (30%)	RAC Recolec-table Llanura Deprimida (70%)	RAC Recolectable Total
2011	2.327.320	465.464	535.284	1.326.572	139.639	160.585	928.601	1.228.825
2012	2.348.888	469.778	540.244	1.338.866	140.933	162.073	937.206	1.240.213
2013	2.071.217	414.243	476.380	1.180.593	124.273	142.914	826.415	1.093.602
2014	2.281.582	456.316	524.764	1.300.502	136.895	157.429	910.351	1.204.676
2015	2.127.182	425.436	489.252	1.212.494	127.631	146.776	848.746	1.123.152
Promedio	2.231.238	446.248	513.185	1.271.806	133.874	153.955	890.264	1.178.094

En la tabla 2 se observa que la región de la Llanura Deprimida (en donde es factible recolectar el 70% del RAC) aporta la mayor cantidad del RAC recolectable total. Finalmente, sumando los aportes de las tres regiones agroecológicas, se obtiene que en promedio entre 2011 y 2015 el RAC recolectable, con una humedad de 20% fue de 1,17 millones de toneladas. Esta cantidad de RAC recolectable resulta equivalente a 245.400 toneladas de petróleo (1,76 millones de barriles) que se estarían produciendo de forma anual en la provincia de Tucumán.

Uno de los principales inconvenientes que se encuentran a la hora de utilizar el RAC como fuente de energía, es la distribución temporal de la producción del mismo. En la Figura 1 se grafica la disponibilidad de RAC durante los 12 meses del año en forma quincenal, tomando un promedio entre los años 2011 y 2015.

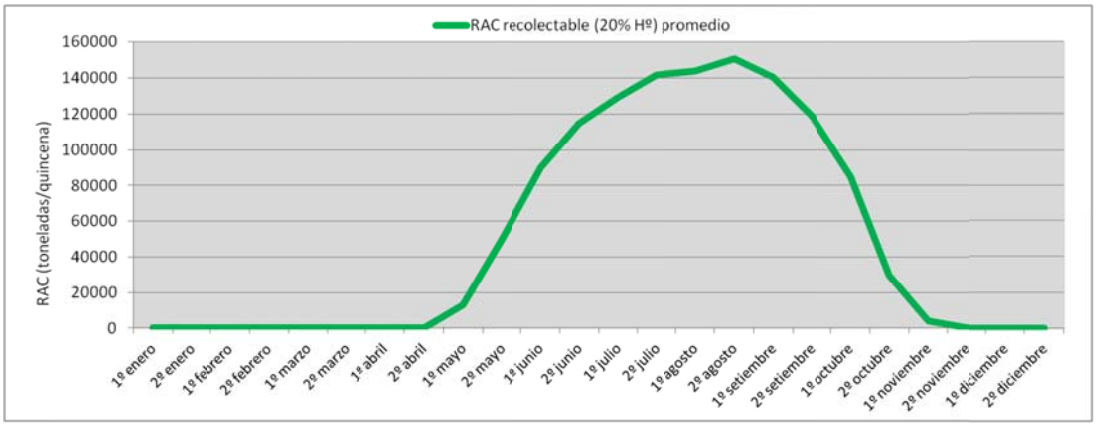


Figura 1: Distribución anual (quincenal) de la disponibilidad de RAC recolectable con una humedad del 20% para toda el área cañera de Tucumán.

En la figura 1, se ve claramente que existe una concentración de la producción de RAC en los meses de zafra. La producción de RAC comienza lentamente en la 1º quincena de mayo, y finaliza en la 2º quincena de noviembre, produciéndose un pico en la 2º quincena de agosto.

Esta distribución desigual de la producción de RAC a lo largo del año, plantea un desafío sobre la alimentación continua de cualquier sistema de generación de energía. Lograr una alimentación estable durante el año completo implica plantear un sistema de logística y almacenamiento del RAC que asegure un flujo continuo y sin pérdida de calidad.

CONCLUSIONES

El RAC de caña de azúcar resulta una fuente de combustible renovable muy abundante en la provincia de Tucumán, Argentina, y actualmente se encuentra sub-aprovechado.

El aprovechamiento de este recurso renovable va a ser uno de los desafíos más importantes del sector azucarero en los próximos años. La recolección, trasporte y almacenaje de RAC, que aseguren un flujo constante de combustible, son los factores claves para el óptimo aprovechamiento de este insumo.

La EEAOC actualmente se encuentra trabajando sobre las distintas alternativas de almacenaje de fardos de RAC, con el fin de encontrar el sistema que mejor se adapte a las condiciones de la provincia de Tucumán y que su vez, permita mantener la calidad del biocombustible y en condiciones del almacenaje seguras.

REFERENCIAS

1. Fandos, C.; Scandaliaris, J.; Scandaliaris, P.; Carreras Baldrés, J.L. y Soria, F. J. 2016. Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2016 en Tucumán. Boletín Nº 124. ISSN 2340-9102. Junio 2016.

2. Romero, E. R., Scandaliaris, J.; Digonzelli, P. A., Alonso, L.G., Leggio, F.; Giardina, J.A.; Casen, S. D.; Tonatto, M. J. y Fernández de Ullivarri, J. (2009). Effect of variety and cane yield on sugarcane potencial trash. Rev. Ind. y Agric. de Tucumán 86 (1): 9-13.

3. Digonzelli, P.; Romero, E.; Alonso, L.; Fernández de Ullivarri, J.; Rojas Quinteros, H.; Scandaliaris, J. and Fajre, S. (2011a). Assesing a sustainable sugar cane production system in Tucumán, Argentina. Part one: Sugar cane harvest residue (trash) decomposition dynamics. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán (RIAT) 88(1): 1-12. ISSN 0370-5404.

4. Casen, S.; Romero, E.R.; Leggio, Fernanda, Torres Bugeau, A. Pérez, D.; Paredes, V. y Feijoo, E. 2016. Manejo de los residuos agrícolas de la cosecha de la caña de azúcar: disponibilidad potencial y alternativas de enfardado. Avance Agroindustrial 36(4).

AMPLITUD GENÉTICA Y GEOGRAFICA DEL GERMOPLASMA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA

GENETIC AND GEOGRAPHIC AMPLITUDE OF SUGARCANE GERMPLASM IN CUBA

Cabrera Miranda, L.; Chinea Martín, A.; Vidal Guerra, Sandra; Pérez Oramas, G.; Díaz Guerra, Marietta y Álvarez Hernández, Y.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA, Matanzas.

lorenzo.cabrera@epicamt.azcuba.cu

RESUMEN

El incremento de variabilidad genética en el germoplasma de la caña se logra mediante intercambios internacionales de genotipos, expediciones de colecta y mejora genética nacional. Se ha logrado ampliar la diversidad de la colección, con 3 429 genotipos, representantes de Saccharum, géneros afines e híbridos. Se analiza el material introducido, su origen genético y procedencia geográfica, después de dos fases de cuarentena en invernadero y una de campo en Isla de la Juventud, los genotipos foráneos son evaluados en la parcela post-cuarentena, EPICA Matanzas. Los que poseen características comerciales, pasan al proceso de selección y todo el material liberado se incorpora al germoplasma. Han sido introducidos 996 genotipos de 30 países, durante los últimos 46 años, lo cual garantiza ampliación de la variabilidad genética para la Mejora, empleando variedades originales, representantes de géneros afines e híbridos con alto rendimiento y resistentes a plagas de insectos, enfermedades principales y condiciones adversas.

Palabras clave: Germoplasma, parcela de post-cuarentena, genotipos foráneos, variabilidad genética.

ABSTRACT

The increase of genetic variability in sugarcane germplasm collection is achieved by means of international exchanges of genotypes, collection expeditions and national breeding programs. Diversity of genetic material has been enlarged and at present its totality is 3 429 individuals representing species of ***Saccharum,*** related genera, hybrids in different stages and commercial hybrids. The introduced material was analyzed, taking into account the genetic and geographic origin. After two quarantine phases in greenhouse one in field conditions, genotypes are evaluated in quarantine plot at Sugarcane Research Station, Matanzas province. Genotypes presenting acceptable commercial characteristics are included in the selection process and all introduced material is incorporated in the germplasm collection. Have been introduced 996 genotypes in the last 46 years, that guaranty increase genetic variability to breeding and selection, utilizing original varieties, representatives of related genera and hybrids with high yields and resistance to insects pests, main diseases and adverse conditions.

Key words: Germplasm, postquarantine plot, foreign genotypes, genetic variability.

INTRODUCCIÓN

La introducción de cultivares foráneos, además de brindar la posibilidad de utilizar los logros de otros países, permite disponer de nuevos genotipos a menor costo y en un período de tiempo más breve, lo que representa un incremento de la variabilidad. En Nuestro País, la ampliación de la variabilidad genética de la caña de

azúcar se considera de importancia histórica, económica y social, como resultó el desarrollo del cultivar POJ2878 en la década de 1920, que salvó la industria azucarera cubana ante el ataque del mosaico. Posteriormente, otros cultivares han tenido el peso fundamental de la producción azucarera, como B4362, B42231 y PR980 entres otros, mientras que en la actualidad CP52-43, B80250, Co997y SP70-1284 ocupan el 15,2% del área nacional (Mesa et al., 2016) **(1).**

La presencia de variedades y cultivares foráneos ha jugado un importante papel, por su utilización en las plantaciones comerciales y el empleo como progenitores en los programas de mejora genética, desde principios del siglo pasado (Pérez et al., 1997 **(2)** y Jorge et al., 2003) **(3)**, lo cual ha posibilitado enfrentar el inventario de 59 enfermedades detectadas en Cuba hasta la fecha (Chinea et al., 2012) **(4)**.

El objeto del presente trabajo es presentar los resultados de la introducción de genotipos de caña de azúcar al País durante los últimos 46 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético introducido en el período 1971-2017, después de haber sido sometido al proceso de cuarentena en Isla de la Juventud, fue estudiado en la parcela de Post-cuarentena, EPICA Matanzas. Se realizaron las introducciones programadas, de acuerdo con las necesidades de cultivares comerciales y genotipos, para ampliar la variabilidad de los progenitores. Una vez liberado el material que no presentó enfermedades exóticas y resultó negativo en el diagnóstico de oficio, fueron seleccionados los cultivares con mayores perspectivas comerciales e incorporados al proceso de selección. Todo el material introducido fue incorporado al germoplasma, para seleccionar los genotipos con características de progenitores, con vistas a su utilización en el programa de mejora. La realización del trabajo se llevó a cabo mediante recopilación de los datos obtenidos en las evaluaciones fitopatológicas y agronómicas, durante el proceso de introducción y evaluación de cultivares en los últimos 46 años (Jorge et al., 2011) **(5).**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la introducción de germoplasma durante el periodo 1971-2017

El incremento de los recursos genéticos de la caña de azúcar en Cuba se ha logrado mediante mejora genética nacional, colecta de genotipos en centros de origen e intercambio internacional de variedades, material genético y cultivares comerciales. Estas dos últimas vías (Figura 1), no han sido amplias en formas originales e híbridos en diferentes etapas de avance generacional, a pesar de que el programa de Mejora Genética en nuestro País, debe estar orientado a potenciar el uso de genotipos con amplitud genética y geográfica, así como descendientes de especies originales y géneros afines del Complejo *Saccharum*. En la Tabla I se puede observar que el mayor número de accesiones introducidas corresponde a genotipos obtenidos o colectados en Barbados, Estados Unidos de América, México, Brasil, República Democrática Popular Lao, India y Argentina. Debe tenerse presente que el material procedente de Laos fue introducido a partir de una Expedición Internacional de Colecta de Germoplasma, realizada por un grupo de especialistas cubanos y laosianos en 1985 (Chinea y Morales, 1987). Dicho país del Sudeste Asiático se encuentra en una zona de diversidad genética de la caña de azúcar, por lo cual, esta Expedición representó un aporte significativo para la variabilidad genética del germoplasma existente en Cuba.

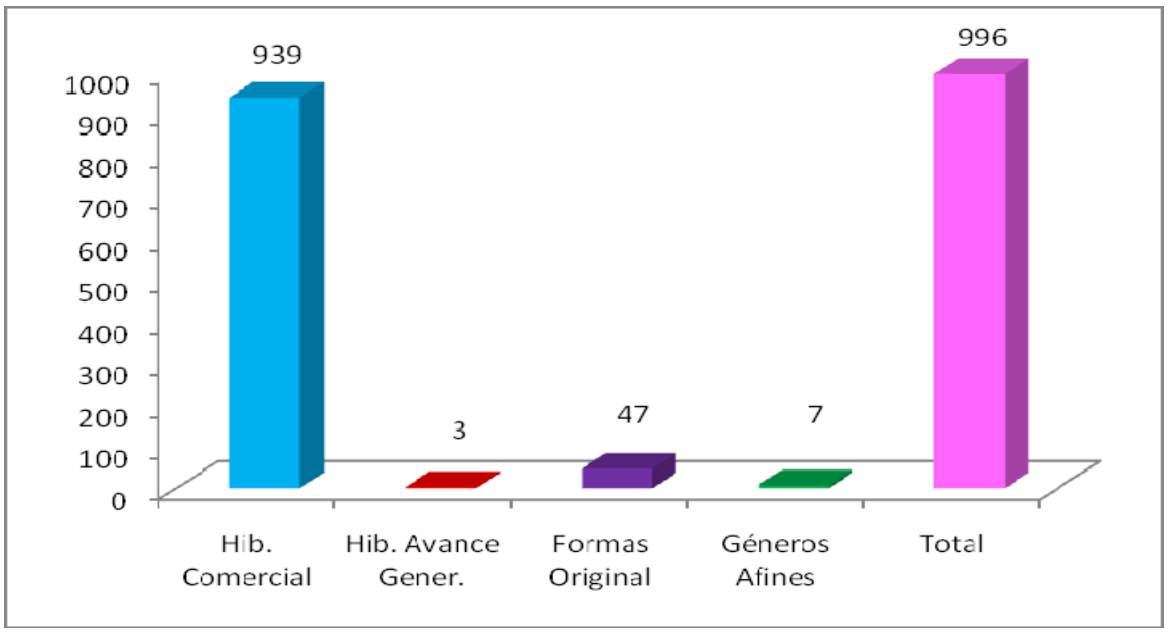


Figura 1. Comportamiento de la introducción de germoplasma durante 1971-2017

Los genotipos procedentes de Barbados y Estados Unidos de América han tenido amplia explotación en el Programa de Mejora. El análisis de los resultados pone de manifiesto la necesidad de realizar introducciones con mayor diversidad genética.

Tabla I. Número de accesiones por países durante el período 1971-2017

Países	Accesiones	Países	Accesiones
Barbados	323	Hawaii	10
Estados Unidos	179	Cuba	9
México	141	Sudáfrica	8
Brasil	66	Jamaica	8
Laos	44	Venezuela	6
India	36	Costa Rica	5
Argentina	33	Perú	5
Australia	20	China	4
Puerto Rico	16	Indonesia	3
Guyana	12	Viet Nam	3
Origen desconocido	12	Isla Guadalupe	3
República Dominicana	12	Guatemala	2
Colombia	11	Filipinas	2
Taiwán	10	Trinidad	2
Mauricio	10	Irán	1

En la Tabla II se presentan los genotipos introducidos durante 1971-2017, donde se observa que han sido estudiados en la fase de post-entrada 996 variedades y cultivares, de los cuales fueron seleccionados con características comerciales 119 individuos, que se evaluaron en estudios clonales y 16 de ellos pasaron a estudios de extensión. Actualmente se cultivan en producción 7 cultivares; los de mayores perspectivas son: B80250, Co997 y SP70-1284, que ocupan el 8,98% del área cañera nacional.

Tabla II. Genotipos introducidos y evaluados durante 1971-2017 * Actualmente en estudio.

Quinquenio	Fase Post-Entrada	Estudios Clonales	Estudios de extensión	Cultivares en producción
1971-1975	10	3	0	0
1976-1980	183	17	3	B7274
1981-1985	462	60	5	B80250 y Co997
1986-1990	132	12	1	B78505
1991-1995	92	11	7	SP70-1284, SP70-1143 y SP71-1406
1996-2000	27	4	0	0
2001-2005	38	4*		
2006-2010	42	8*		
2011-2015	10	0	0	0
Total	996	119	16	7

Los 996 genotipos introducidos de 29 países cañeros durante los 46 años evaluados en el presente trabajo y los cultivares obtenidos mediante el Programa de Mejora Nacional, han permitido lograr un crecimiento significativo de la colección de germoplasma existente en Cuba, que actualmente asciende a 3 429 genotipos.

CONCLUSIONES

- Durante 1971-2017, se ha enriquecido la variabilidad genética del germoplasma existente en Cuba, pero es recomendable fortalecer la introducción de formas originales e híbridos en diferentes estadios de avance generacional, para continuar ampliando la base genética de los cultivares.
- Han sido introducidos 996 genotipos procedentes de 29 países, que representan el 34,4% de las 2 899 accesiones incorporadas a la colección de germoplasma durante ese periodo.

REFERENCIAS SELECCIONADAS

(1). Mesa, J. M.; González, R.; Rodríguez, Mérida; Hernández, G. y otros. XXIII Reunión Nac. Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal. Rev. Cuba & Caña. ISSN 1028-6527, 59 pp., 2016.

(2). Pérez, G; De Prada, F.; Chinea, A.; Bernal, N. y O´Relly, J. P. Recursos genéticos de la Caña de Azúcar. Ediciones Imago. C. de la Habana, 249 pp., 1997.

(3). Jorge, S. H.; Jorge, Ibis; Segrera, Saddys y otros. Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la producción azucarera cubana. PUBLINICA, C. de La Habana, 99 pp., 2003.

(4). Chinea, M. A.; Rodríguez L., Eida; Pérez, O. G.; Chinea, H. A. y Pérez, P.Y. Actualización del inventario de enfermedades de la caña de azúcar detectadas en Cuba. Rev. ATAC 1:33-37, 2012.

(5). Jorge, S. H.; González, H.R.; Casas, M.; Jorge, Ibis; Bernal, L. N. y col. Normas y Proc.del Programa de Mej. Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. 2da. Ed., Bol.. 1,. Cuba & Caña, pp. 348, 2011.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR DE MADUREZ TEMPRANA, PARA EL INICIO DE LA ZAFRA AZUCARERA EN SUELOS SIALITIZADOS NO CÁLCICOS

EVALUATION OF EARLY MATURITY SUGAR CANE CULTIVARS FOR THE BEGINNING OF THE SUGAR HARVEST IN NON CALCIC SIALITIC SOIL

Autores: Irenaldo Delgado[1], Dunia Nuñez[1], Héctor Jorge[2], María T. Cornides[2], Sergio Guillén[2], Félix R. Díaz[1], José Ramón Gómez[1], Oscar Súarez[1], Jorge L. Montes de Oca[1], Susana Reyes[1], Javier Barroso[1] y Luis F. Machado[1].

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba. C.P. 19390, email: irenaldo.delgado@inicavc.azcuba.cu Teléfono.42451520.

RESUMEN

El cultivar ideal de caña de azúcar es el que presenta alta productividad cuando es cultivado bajo diversas condiciones ambientales. Lo períodos más críticos en cuanto al rendimiento fabril, ocurren en la primera etapa de zafra (noviembre-enero) lo que ha sido una preocupación de los productores y un reto para los mejoradores, por ello el objetivo del trabajo es evaluar cultivares de caña de azúcar de madurez temprana de alto rendimiento azucarero y estables en varios ambientes, para el inicio de la zafra azucarera en suelos Sialitizados no cálcicos, utilizando plantaciones de frio. La fase experimental de este trabajo se realizó en el bloque experimental de Espartaco, perteneciente a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara, en cepa caña planta y primer retoño. Se obtuvo como resultado por los altos rendimientos azucareros y bajos valores de los azucares reductores, utilizar para el mes de diciembre los cultivares C86-156, C90-469, C89-148, C90-501, C92-203 y C89-161, para el mes de enero C87-252, C89-148, C89-161, C89-250, C90-501 y C92-203, para el mes de febrero los cultivares C87-252, C90-469 y C92-203. Los cultivares C87-252, C89-148, C89-161, C90-501 y C92-203**,** se destacan por su estabilidad en las variables estudiadas al inicio de la contienda azucarera. Económicamente no se recomienda utilizar a C89-246 por presentar 3.27 % de pol menos que el promedio de los cultivares más destacadas, así como sus valores de azúcares reductores son de 0.38 por encima pudiendo provocar grandes afectaciones en el proceso fabril.

Palabras claves: maduración temprana, inicio cosecha.

ABSTRACT

The cultivar of sugarcane is the one with high productivity when grown under different environmental conditions. The most critical periods in terms of manufacturing performance, occurs in the first stage of harvest (November-January), which has been a concern of producers and a challenge for breeders, so the aim of this work is to select cultivars cane early maturing sugar high sugar and stable performance in various environments, for the start of the sugar harvest in Sialitizados non-calcium soils, using cold plantations. The experimental phase of this work was done in the experimental block Spartacus, belonging to the Territorial Research Station Sugarcane Villa Clara, strain cane plant and first sucker. By high sugar yields and low levels of reducing sugars was obtained as a result, be used for the month of December, C86-156, C90-469, C89-148, C90-501, C92-203 and C89-161, varieties for January C87-252, C89-148, C89-161, C89-250, C90-501 and C92-203, for February varieties C87-252, C90-469 and C92-203. The varieties C87-252, C89-148, C89-161, C90-501 and C92-203, are noted for their stability in the variables studied at the beginning of the sugar war. Economically it is not recommended to use C89-246 to present pol 3.27% less than the average of the leading varieties and reducing sugar values are above 0.38 can cause big damages in the manufacturing process.

Keywords: early maturity, harvest home.

INTRODUCCIÓN

Para la recomendación de nuevos cultivares en el programa de mejora, se tienen en cuenta las variables de rendimiento agrícola, industrial, algunos de calidad de los jugos y la resistencia a plagas y enfermedades, sin embargo, faltan otros indicadores como los azúcares reductores, el fósforo inorgánico en el jugo y las cenizas, que garantizan el buen desarrollo del proceso de fabricación de azúcar (1). Para muchos la calidad del jugo de la caña de azúcar depende solamente de que tenga un alto contenido de sacarosa y un bajo contenido de azúcares reductores. Sin dudas esto es una de las condiciones fundamentales para considerar un jugo de calidad, situación que se manifiesta más favorablemente en el momento óptimo de maduración.

Existen las plantaciones de julio a septiembre las cuales son también ciclos largos pero de frio, y su cosecha se planifica para la etapa intermedia y final de la zafra. En los suelos Sialitizados no cálcicos no es posible utilizar variedades de madurez temprana dado sus características resecantes, por lo que un objetivo fundamental para el Grupo Azucarero AZCUBA sería obtener cultivares que se adapten bien a estas condiciones y logren altos rendimientos azucareros para iniciar zafra.

Al considerar los aspectos abordados anteriormente se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar los cultivares de caña de azúcar de madurez temprana de alto rendimiento azucarero y estables en varios ambientes, para el inicio de la zafra azucarera en suelos Sialitizados no cálcicos, utilizando plantaciones de frio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental de este trabajo se realizó en el bloque experimental de Espartaco, provincia de Cienfuegos, perteneciente a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara, a partir de 2008 en el ciclo de frío (septiembre- noviembre) cepa caña planta y primer retoño, en condiciones de cultivo de secano, en bloques completamente al azar con tres repeticiones. El área de las parcelas es de 48 m^2, con un largo de 7,5 m, por un ancho de 1,60 m, con cuatro surcos de ancho (2). La cosecha del experimento se realizó desde el mes de diciembre hasta febrero. Los genotipos evaluados fueron variedades recomendadas por INICA a la producción (tabla I), obtenidas y seleccionadas en diferentes años y zonas, así como por ser variedades recomendadas para el ciclo de madurez temprana. C1051-73 se utiliza como control, dado que es la de mayor rendimiento azucarero en el país y de madurez temprana.

Tabla I. Cultivares en estudio.

No.	Variedades	No.	Variedades
1	**(C)** C1051-73	6	C89-246
2	C86-156	7	C89-250
3	C87-252	8	C90-469
4	C89-148	9	C90-501
5	C89-161	10	C92-203

(C)- Control

Para determinar el rendimiento azucarero de los cultivares de caña de azúcar, se evaluó la variable porcentaje de pol en caña (ppc) y para evaluar la calidad de los jugos, la variable fue azúcares reductores, según la metodología establecida por el INICA (3). Las técnicas analíticas utilizadas se desarrollaron según el Manual Azucarero de Control Unificado (MACU) (4).

La evaluación estadística de los resultados, se realizó utilizando un ANOVA simple de efecto fijo para cada cosecha en las dos cepas evaluadas. La comparación de medias se realizó mediante prueba de Múltiple Rango con dócima de Tukey ($P<0.05$). Los datos originales fueron comprobados para su ajuste a la normalidad mediante Bartlett-test, con su correspondiente Chi cuadrado. Para ilustrar los resultados del modelo AMMI fue elaborado un gráfico bidimensionales (*biplot*) con los efectos principales de genotipos, cepas y la media general (eje de la

abscisas) y el primer componente del modelo AMMI (eje de las ordenas). Durante el procesamiento estadístico – matemático de toda la información se dispuso del paquete estadístico STATISTICA 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la estabilidad de los genotipos.

El modelo AMMI representado en la figura 8, extrae el 64 % de la varianza contenida en el efecto de los genotipos más la interacción genotipo ambiente (IGA). Al conformar este tipo de *biplot* se observa que los ambientes de prueba quedaron agrupados en cinco zonas bien definidas, demostrando la variabilidad existentes entre ellos para la variable porcentaje de pol en caña: el mes de diciembre con la cepa caña planta (M1C1) caracterizada por el genotipo C89-161 y en retoño (M1C2) por C90-501, enero en caña planta (M2C1) por C89-148, sin embargo, el retoño (M2C2) se caracteriza por C92-203 coincidiendo esta variedad en la misma cepa pero en el mes de febrero (M3C2), así mismo C1051-73 se identifica con el mes de febrero en caña planta (M3C1), reafirmando que los genotipos de mejor comportamiento en cada ambiente son aquellos que se encuentran más cercanos a la misma (5), demostrando la adaptabilidad de los mismo en ambiente específicos, coincidiendo con estudios reportados por (6).

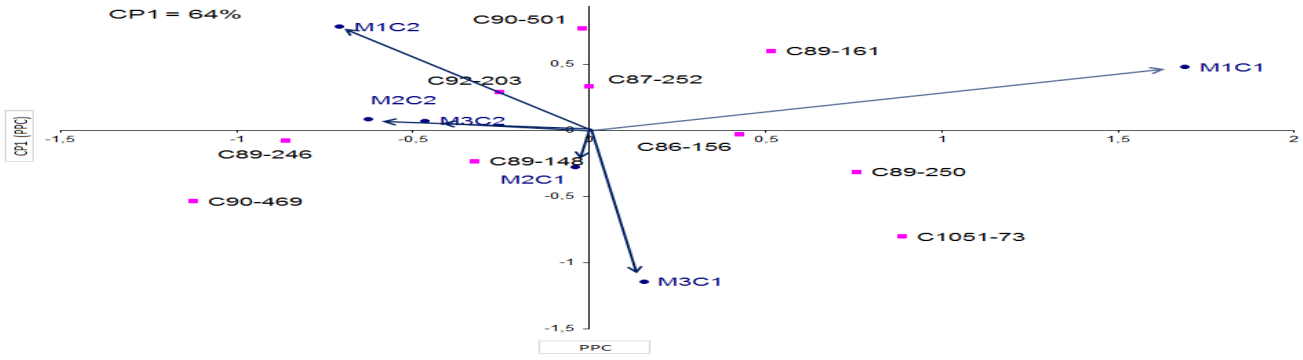


Figura 8. Biplot de los mejores genotipos en cada ambiente para PPC.

En la figura 9 se ilustra el comportamiento medio de los genotipos y su estabilidad (proyección de los genotipos sobre la línea discontinua perpendicular al eje), donde se obtiene que los genotipos C90-501, C87-252, C89-161 y C89-148 son de altos rendimientos azucareros y estables en los ambientes, destacándose principalmente las dos primeras, así mismo se observa que C89-250 y C1051-73 también clasifican dentro de las de mayor rendimiento agrícola pero no son estables en los ambientes evaluados, demostrando la especificidad de los genotipos a cada zona. (7) refiere a (8); (9), donde señalan que los genotipos que más cerca se encuentran del eje de coordenadas son los más estables en el rendimiento.

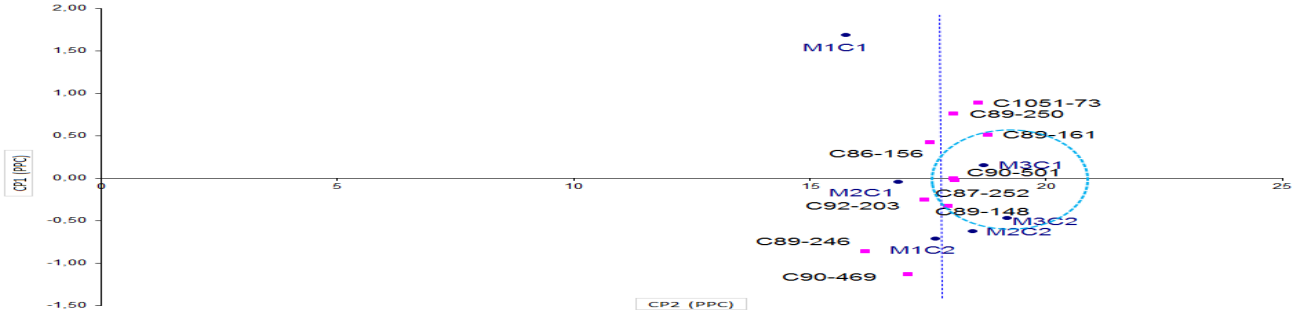


Figura 9. Estabilidad de los genotipos en los ambientes para PPC.

Evaluación de la estabilidad de los azúcares reductores

En la figura 10 se ilustra la variabilidad existente entre los ambientes, para la variable azúcares reductores. Así mismo señala la aproximación de C1051-73 a los ambientes de diciembre y enero en la cepa retoño, C89-161 con el ambiente febrero en retoño.

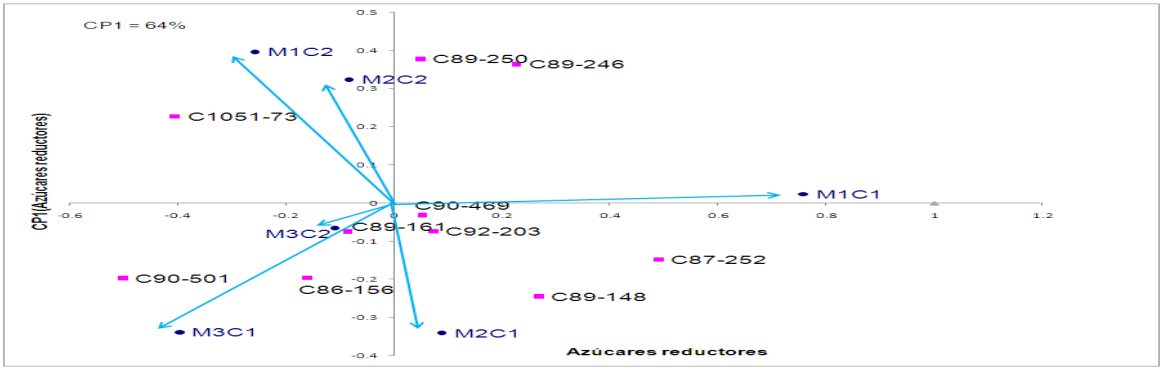


Figura 10. Biplot de los mejores genotipos en cada ambiente para los Azúcares reductores.

CONCLUSIONES

1. Para el mes de diciembre se sugiere la utilización de los cultivares C86-156, C90-469, C89-148, C90-501, C92-203 y C89-161, por su alto rendimiento azucarero y bajos valores de los azucares reductores.
2. Para el mes de enero se sugiere la utilización de los cultivares C87-252, C89-148, C89-161, C89-250, C90-501 y C92-203, por su alto rendimiento azucarero y bajos valores de los azucares reductores y no utilizar al cultivar C89-246 por no adaptarse a estas condiciones suelos en esta etapa.
3. Para el mes de febrero se sugiere la utilización de los cultivares C87-252, C90-469 y C92-203, por su alto rendimiento azucarero y bajos valores de los azucares reductores.
4. Los cultivares C87-252, C89-148, C89-161, C90-501 y C92-203**,** se destacan por su estabilidad en el alto rendimiento azucarero y bajos valores de los azucares reductores al inicio de la contienda azucarera (diciembre-enero).

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez, J. L., C. F. Reyes 1999. Influencia del deterioro post-corte de las variedades de caña de azúcar en plantaciones de frío en Villa Clara. Villa Clara (Inédito), Cuba, 8 pp.
2. Pérez, J.L. y N. Milanés 1979. Revista Ciencias de la Agricultura. No. 4.
3. Jorge, H.; González, R.; Casas, M. y Jorge, I. 2011. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 308 p.
4. ICINAZ-INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES AZUCARERAS. 1996. Manual de Métodos Analíticos para el Control Unificado. Azúcar Crudo (Partes I y II), Ministerio del Azúcar, La Habana, CUBA
5. Yan, W., and N.A. Tinker. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. Can. J. Plant Sci. 86:623–645.
6. Rodríguez, R.; Yaquelin Puchades; N. Bernal; H. Jorge y H. García. 2010. Métodos estadísticos multivariados en el estudio de la interacción genotipo ambiente en caña de azúcar. ISSCT.
7. Rodríguez, R. 2012. Perfeccionamiento del programa de mejora genética de la caña de azúcar (saccharum spp.) para la obtención de nuevos genotipos tolerantes al estrés por déficit hídrico. Tesis presentada en opción al grado Científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. INICA.
8. Estrada C. B y Martínez V. 2003. Estabilidad del rendimiento de grano de híbridos de maíz usando mejores predictores lineales insesgados. Agrociencia 37:605-616.
9. Yan, W., M.S. Kang, B. Ma, S. Woods, and P.L. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environmentdata. Crop Sci. 47:643–655.

EVALUACIÓN DEL CULTIVAR DE CAÑA AZÚCAR C02-210 EN SUELOS DE ALTA HIDROMORFÍA
EVALUATION OF THE CULTIVAR THE SUGARCANE C02-210 IN SUPERHUMID SOIL.

Autores: Gómez, J. R[1]*, Diaz, F R[1]*, Delgado, I[1]*, Mesa, J. M[1]*, García, H[1]*, Jorge, H[1]*, Aday, O[1]*, Betancourt, Y.[1]

1. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Centro-Villa Clara). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.
2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba.
e-mail: joseramon.gomez @inicavc.azcuba.cu

Resumen

La incorporación a la producción cañera de nuevos cultivares de caña de azúcar constituye una necesidad objetiva en virtud de lograr un proceso productivo de mayor eficiencia. La provincia de Villa Clara cuenta con un área dedicada a este cultivo de 85 000 ha de ellas 25 000 ha presentan problemas de drenaje por lo que resulta necesario continuar el programa de mejoramiento genético que se desarrolló desde 1985, para así lograr nuevos cultivares que brinden resultados favorables en este ambiente. Como resultado de este proceso se obtuvo el cultivar C02-210 que es recomendado para condiciones de alta hidromorfía (Gleysol Vértico) con ciclo de plantación de primavera de ciclo largo, con resistencia a las principales enfermedades presentes en el país, con indicadores agroazucareros (porcentaje de pol en caña, toneladas de caña por hectárea (caña t ha^{-1}) y toneladas de pol por hectárea (t ha^{-1} azúcar) iguales o superiores a cultivares comerciales utilizados como testigos C86-12; C323- 68 y SP70-1284.

Palabras Claves: Caña de Azúcar, ciclos largos de cosecha, alta hidromorfía, resistencia enfermedades.

Abstract

The incorporation to the cane production of new sugar cane cultivars constitutes an objective necessity in order to get a productive process with the best efficiency. The Villa Clara province has an area dedicated to the sugar cane production of 85 000 ha, approximately, 25 000 ha of them present drainage problems, thast's why, to continue the genetic improvement program started in 1985 is very necessary for obtaining new cultivars offering favorable results in this conditions as result of this process, the cultivar C02-210 was obtained, it is recommended for superhumid soils conditions (vertisoils) in long cycles of spring season , with great resistance to the main deseases in our country. It presents indicators of pol en cane percent, sugar tons per hectare and tons of pol per hectare equaling or overcoming the commercial cultivars were used as control C86-12; C323-68 and SP70-1284.

Key words: Sugarcane, long-crop cycles, superhumid soils, resistant deseases.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es un importante cultivo tropical que suministra el 70% del azúcar que se consume en el mundo. Ofrece grandes posibilidades para ser utilizada como forraje verde en la alimentación de rumiantes debido a la alta digestibilidad de la fibra. Adicionalmente, este cultivo adquiere importancia en los últimos años debido a su uso en la obtención de biocombustible.

El empleo del mejoramiento genético en el cultivo de la caña de azúcar se le atribuye entre un 50 y 75 % del aumento de los rendimiento por tal motivo la selección de nuevos y mejores cultivares resulta indispensable para garantizar la renovación sistemática de los que se emplean comercialmente y declinan su rendimiento luego de períodos prolongados de explotación y que pueden ser susceptibles a determinadas patologías.

En Cuba existen actualmente unas 82 0000 ha dedicadas al cultivo de la caña de azúcar de ellas el 37 % (258 000 ha) se encuentran en suelos de alta hidromorfía (1). En la provincia de Villa Clara existen unas 85 000 ha plantadas con caña de azúcar y el 30% (25 000 ha) de estas áreas se encuentran bajo estas condiciones. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta del cultivar C02-210 de caña de azúcar en condiciones de cultivo en un suelo de alta hidromorfía

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara en áreas del Bloque Experimental "Jesús Menéndez" ubicado en latitud N 22 □47□ □ 11¨ y longitud W– 80□2□43¨ municipio Sagua la Grande provincia Villa Clara. El estudio fue realizado sobre un suelo Hidromórfico, del tipo Gleysol Vértico (2). En la etapa de regionalización en la etapa de regionalización con un diseño de bloque al azar de cuatro tratamientos y tres replica. Se utilizando los cultivares C86-12; C323-68; SP70-1284 como testigo. El área de las parcelas fue de 48 m^2 donde fueron evaluadas por un periodo de dos cosechas, primero en la fase de caña planta como primavera de ciclo largo (PCL) cosechada a los 19 meses de edad y un retoño (RI) a los 14 meses de edad.

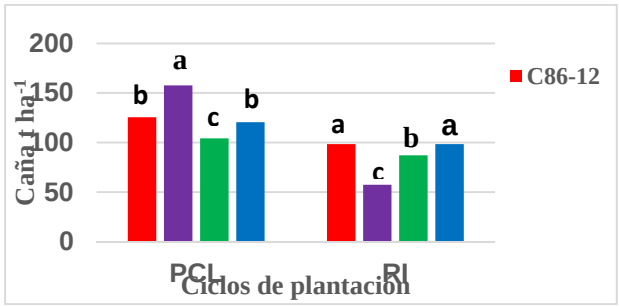
En ambos ciclo se evaluó, los componentes del rendimiento agrícola (diámetro, altura y número de tallos por metro lineal). Los indicadores del componente agrícola e industrial, porcentaje de pol en caña (*PPC*), toneladas de caña por hectárea (*caña t* ha^{-1}) y toneladas de pol por hectárea (*t* ha^{-1} *azúcar*). Además de la curva de madurez en comparación con el cultivar C86-12 de mayor extensión en el país. También la resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo como: el virus del mosaico de la caña de azúcar (*VMCA*), el carbón de la caña de azúcar (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.), la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans (Ashby) Dowson*) y la roya parda (*Puccinea melanocephala H. and P. Sydow*) tanto en condiciones naturales como en las pruebas estatales de inoculación artificial. Todas las evaluaciones se realizaron según la metodología establecida por el INICA (3).

Los datos originales se les realizó el análisis estadístico a los componentes del rendimiento agrícola realizándose un análisis de varianza de clasificación simple, factorial para la comparación entre cultivar y cepa, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey, para ≤0.05 y se expresan gráficamente en el trabajo. Durante el procesamiento estadístico – matemático de toda la información se dispuso del paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según se puede apreciar en la figura 1 en las dos cosechas realizadas, el rendimiento agrícola (*caña t* ha^{-1}) del cultivar C02-210 alcanzó resultados similares al testigo C86–12 sin diferencias estadísticas entre ellas, fue superior a C323–68 en ambos ciclos de cosecha (PCL y RI), e inferior a SP70–1284 en PCL.

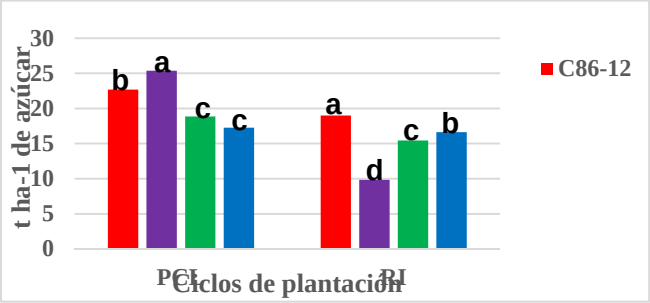
El cultivar C02-210 mostró buen retoñamiento reflejado, en una menor disminución del rendimiento agrícola de una cepa a la otra en comparación con los testigos. Este aspecto reviste gran importancia para estas condiciones de suelo donde los cultivares generalmente declinan los rendimientos con el número de cosechas según lo planteado por (4).



Columnas con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey para p≤0.05

Figura 1. Comparación del rendimiento agrícola en las cepas de PCL y RI.

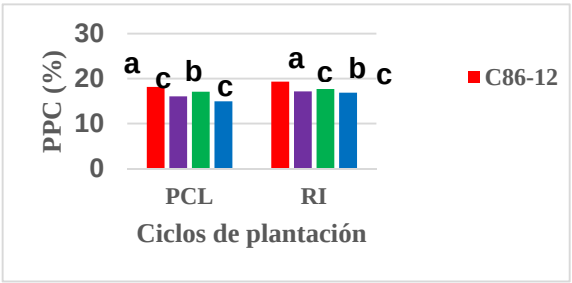
En la figura 2 se muestra el rendimiento agroindustrial de C02-210 donde obtuvo resultados similares a C323–68 en la cepa de PCL, superando a los cultivares C323–68 y la SP70–1284 en la cepa de RI e inferior a C86–12 y SP70–1284 en la cepa PCL, en RI por el cultivar C86–12.



Columnas con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey para p≤0.05

Figura 2. Comparación del rendimiento agroindustrial en la cepa de PCL y RI.

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos para el PCC en ambos ciclos de cosecha donde el cultivar C02–210 obtuvo valores similares a SP70–1284 pero inferiores a los cultivares C86–12 y C323–68 en las cepas PCL y RI.



Columnas con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey para p≤0.05

Figura 3. Comparación del porcentaje de pol en caña en la cepa PCL y RI.

La dinámica de madurez muestra que el cultivar C02-210 expresa su mayor potencial azucarero de mediados a finales de zafra comprendido entre los meses de febrero a abril como se aprecia en la figura 4. Lo que posibilitaría realizar su cosecha en el periodo más adecuado debido a las condiciones de alta humedad imperantes en estos suelos en el primer periodo de zafra.

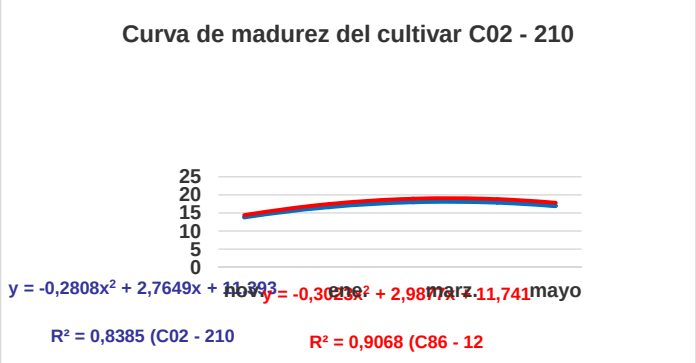


Figura 4. Dinámica de maduración del cultivar C02 – 210.

En la respuesta del cultivar C02-210 ante las principales patologías es resistente a todas ellas a diferencia de los cultivares utilizados como testigo. Esto permite tener una mejor fitosanidad del cultivo (tabla I).

Tabla I. Respuesta del cultivar C02-2010 ante la principales enfermedades que afectan al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp).

Enfermedades	C02-210	C86-12	SP70-1284	C323-68
VMC	R	Int.	R	R
Roya parda	R	R	S	AS
Carbón de la caña de azúcar	R	Int.	Int.	S
Escaldadura foliar	R	Int.	AS	S

AS: altamente susceptible; S: susceptible; Int: intermedia; R: resistente.

Conclusiones.

- El cultivar C02-210 presentó buena adaptabilidad a las condiciones de suelo de alta hidromorfía. La cosecha se debe realizar desde el segundo periodo de zafra hasta finales de la misma.
- EL cultivar C02-210 es resistente ante las principales enfermedades que afectan al cultivo en el país.

Bibliografía

1. Martínez, R.; Betancourt, Y.; Rodríguez, M.; Vidal L. y Guillén, S. “Fundamentos técnicos para la implementación de un complejo tecnológico cosecha transporte en condiciones de alta humedad de los suelos”.30p, La Habana. Cuba. 2016.
2. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y N. Castro. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto nacional de ciencias agrícolas e instituto de suelo. ISBN 978-959-7023-77-7 (INCA) 63 - 67 p. La Habana. Cuba. 2015.
3. Jorge, H.; Jorge, I.M.; Mesa, J.M. y Bernal, N.A.: “Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba”. 2da Ed. *Boletín Especial Cuba & Caña*: 348p, 2011.
4. Gómez, J. R.; Díaz, F. R.; García, H.; Jorge, H.; Delgado, I.”C89-246 una nueva variedad de caña de azúcar para los suelos de alta hidromorfía o similares a esto en el país. Centro Agrícola 38 (3): 63-66: julio. – sept. 2011 ISSN papel 0253-57-85 ISSN on line 2072-2001 CE: 53, 09 CF: cag 113111807. 2011.

EFECTO DEL FOTOAUTOTRÓFISMO EN EL ENRAIZAMIENTO *IN VITRO* DE LA CAÑA DE AZÚCAR EMPLEANDO LA ZEOLITA COMO SOPORTE

EFFECT OF THE PHOTOAUTOTROPHISM ON *IN VITRO* ROOTING OF SUGAR CANE USING THE ZEOLITE AS A SUPPORT

Autor (es): Kosky, R*, Machado, P*, Bernal, A*, Bermúdez, M*, Núñez, D*, Occeguera, Z*, Otero, Y.

Afiliación: Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Centro-Villa Clara). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba
* e-mail: rafael.kosky@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del cultivo fotoautotrófico, sin sacarosa en el medio de cultivo, ni reguladores del crecimiento, empleando la zeolita como soporte e incrementando la ventilación de diferentes frascos de cultivo con la apertura de varios orificios en la lámina de aluminio utilizada como tapa, en el enraizamiento *in vitro* de brotes de caña de azúcar. No fue posible en las condiciones evaluadas lograr que los brotes *in vitro* formaran raíces, sin embargo un 58,6% de estos supervivieron, además de alcanzar una mayor altura y número de hojas que el control, al emplear el frasco de cultivo de plástico con un volumen total de 2000 mL. Estos estudios abren las puertas para continuar las investigaciones para desarrollar la micropropagación fotoautotrófica en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba.

PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, enraizamiento, zeolita, cultivo in vitro, frasco de cultivo

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of evaluating the effect of the photoautotrophic culture, without sucrose in the culture medium, nor growth regulators, using the zeolite as support and increasing the ventilation of different culture flasks with the opening of several holes in the aluminum foil used as a cap, in the *in vitro* rooting of sugarcane shoots. It was not possible in the evaluated conditions to achieve *in vitro* shoots to form roots, however 58.6% of these survived, in addition to reaching a higher height and number of leaves than the control, when using the plastic culture vessel with a total volume of 2000 mL. These studies open the doors to continue the investigations to develop photoautotrophic micropropagation in the cultivation of the sugar cane in Cuba.

KEY WORDS: sugar cane, rooting, zeolite, *in vitro* culture, culture vessel

INTRODUCCIÓN

Los efectos de los factores ambientales sobre el crecimiento, desarrollo y la morfogénesis de los brotes y plantas in vitro dependen grandemente de la fase trófica (1). El fotoautotrófismo *in vitro* puede ser inducido excluyendo los carbohidratos del medio de cultivo e incrementando el intercambio de gases en el frasco de cultivo (2). El cultivo fotoautotrófico presenta varias ventajas entre las que se destacan la estimulación del crecimiento y la fotosíntesis, altos porcentajes de supervivencia durante la transición *in vitro-ex vitro*, elimina los desórdenes fisiológicos y morfológicos de las plantas, evita la formación de callo en la base del explante incrementando el enraizamiento y poca pérdida por contaminación microbiana (3). Estas ventajas

podrían ser una alternativa en la caña de azúcar para resolver las pérdidas por contaminación microbiana y realizar la aclimatización in vitro de las plantas. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto evaluar el efecto del cultivo fotoautotrófico, sin sacarosa en el medio de cultivo, ni reguladores del crecimiento, empleando la zeolita como soporte e incrementando la ventilación de diferentes frascos de cultivo, en el enraizamiento *in vitro* de brotes de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon brotes *in vitro* del cultivar C87-51 que provenían del medio de cultivo de multiplicación según (4) con diez subcultivos y una altura entre 2,0–3,0 cm. Estos fueron colocados en los tres tipos de frascos de cultivo (frascos de vidrio de un volumen total de 250 mL; frasco de plástico de policloruro de vinilo de un volumen total de 500 mL y frascos de plástico de policloruro de vinilo con un volumen de 2 000 mL). A los mismos se le adicionaron como soporte el mineral zeolita, con granulación comprendida entre 1-3 mm. Se pesaron 100, 300 y 600 g respectivamente de zeolita esterilizada previamente en estufa a 180 °C durante 2 h. Las cantidades de medio de cultivo de enraizamiento líquido (Sales (5) y tiamina 1 mg L^{-1}) sin sacarosa, fueron de 30, 120 y 240 mL. Según el volumen del frasco de cultivo se colocaron 4,10 y 16 brotes *in vitro* respectivamente. El pH de los medios de cultivo fue de 5,8.

La esterilización del medio de cultivo se realizó a través del método físico, mediante la ebullición, durante cuatro minutos y se dosificó en los diferentes frascos de cultivo. Los frascos de cultivo se esterilizaron por el método químico con hipoclorito de sodio (NaClO) al 0,03% (v/v) y enjuagados con sus accesorios en agua desionizada. El instrumental (pinzas y bisturíes), se desinfectó en un esterilizador eléctrico que permaneció dentro de la cámara de flujo laminar horizontal, donde se realizó el manejo del material vegetal en condiciones de esterilidad.

Condiciones de cultivo *in vitro*

Los diferentes frascos de cultivo se colocaron en cámara de crecimiento con luz solar, a una temperatura entre 26±2ºC y la densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF) fue de 37.1 a 64.6 µmol m^{-2} s^{-1}. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con diez repeticiones por tratamiento.

Todos los frascos de cultivo fueron tapados con una lámina de aluminio de 20 µm de grosor. A los siete días de cultivo se incrementó la ventilación de estos frascos de cultivo mediante la apertura de dos, cinco y ocho orificios respectivamente a la lámina de aluminio que cubría los frascos de cultivo en los distintos tratamientos, con el auxilio de una pinza estéril a favor de las condiciones fotoautotróficas y fotomixotróficas. La humedad relativa (HR) medida dentro de los frascos de cultivo con los orificios fue de 72-68%. A los 15 días de cultivo se evaluó la altura de los brotes (cm), numero de hojas, supervivencia y porcentaje de enraizamiento. Para el análisis estadístico de todos los datos se realizó un análisis de varianza paramétrico utilizando el paquete estadístico SPSS versión 23.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las condiciones de fotoautotrófismo evaluadas los mejores resultados se alcanzaron con el uso del frasco de cultivo de plástico de volumen total 2000 mL con 8 orificios en la lámina de aluminio para incrementar la ventilación (Tabla I). Sin embargo no fue posible lograr estimular la formación de raíce en este tratamiento y en el resto de los evaluados. Una causa posible de estos resultados pudieran ser debidos a la mayor transparencia de este tipo de frasco de cultivo (de 5 L para agua) figura 1, incrementando así la DFFF de luz a recibir por los brotes *in vitro* y una mayor ventilación. También pudo haber influido en la no formación de raíces el alto número de subcultivo que tenían los brotes *in vitro* en el medio de cultivo con citoquinina.

Tabla I. Efecto del tipo de frasco de cultivo en el crecimiento y enraizamiento de los brotes *in vitro* de caña de azúcar (*Saccharum* spp. cultivar 'C87-51') en condiciones fotoautotróficas (zeolita como soporte) y mixotróficas, a los 15 días de cultivo.

Tipo de Frasco de cultivo	Altura (cm)	No. de hojas	Supervivencia (%)	Enraizamiento (%)
Frasco de vidrio 250 mL con 2 orificios	3,73±0,55 b	3,50±1,0 a	45,5 c	0
Frasco de cultivo plástico 500 mL con 6 orificios	3,49±0,35 b	2,30±1,5 b	43,8 c	0
Frasco de cultivo plástico 2000 mL con 8 orificios	4,25±0,67 a	3,63±0,65 a	58,6 b	0
Frasco de plástico 500 mL con medio de enraizamiento (Control)	3,62±0,47 b	2,26±0,84 b	97,8 a	61,5

Medias con letras distintas dentro de la misma columna difieren estadísticamente según prueba de Tukey para $p< 0,05$ (n=30). Media ± DE (Desviación Estandar)

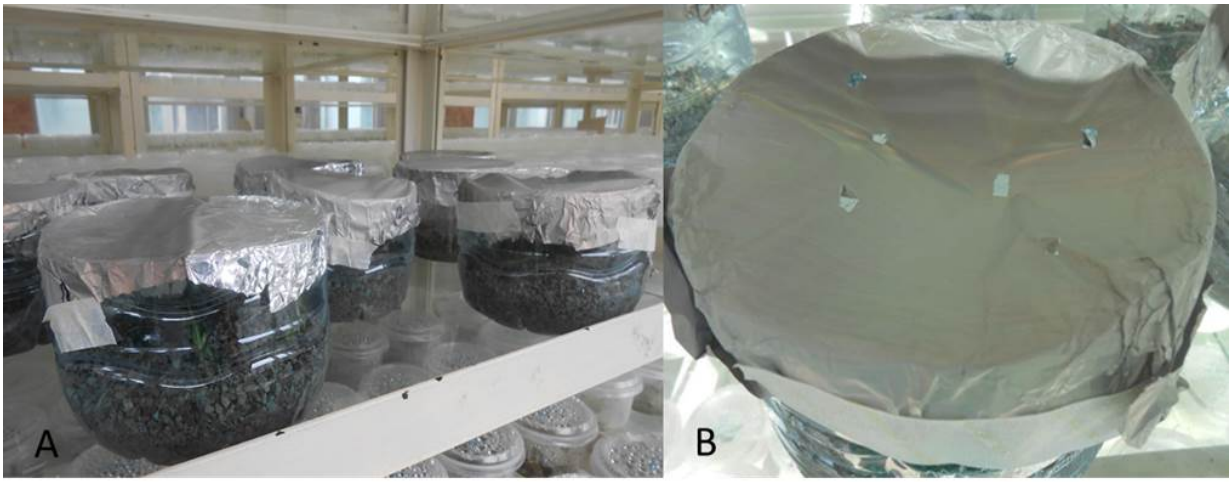


Figura 1. Frascos de cultivo con brotes *in vitro* de caña de azúcar (*Saccharum* spp. cultivar 'C87-51') en medio de cultivo líquido y zeolita como soporte. A: Brotes en los frascos de cultivo al inicio del experimento. B: Orificios realizados en la lámina de aluminio que cubre el frasco de cultivo para incrementar la ventilación.

No obstante es necesario destacar que el 41,4% de los brotes en el mejor tratamiento presentó cambios de coloración con pérdidas de clorofila (Figura 2). Los porcentajes de contaminación por bacterias fue 0% y en el caso de hongos fue de solo un 5,6% a los 15 días de cultivo.

Figura 2. Brotes *in vitro* de caña de azúcar (*Saccharum spp*. cultivar 'C87-51') cultivados durante 15 días en condiciones fotoautotróficas y empleando la zeolita como soporte. (A) Brotes con crecimiento sin formación de raíces. (B) Aspecto de los brotes con y sin pérdida de clorofilas.

Para el enraizamiento de la caña de azúcar en condiciones fotoautotróficas emplearon un medio de cultivo MS líquido con el doble de la concentración de KH_2PO_4, $MgSO_4$, $FeSO_4$, EDTA-Na_2 y frascos de cultivo plásticos con filtros en la tapa de 0.5 µm de tamaño de poro, para incrementar la ventilación (6); además de la florialita como soporte de los brotes *in vitro*. Los autores informaron que alcanzaron los mejores resultados en el porcentaje de enraizamiento y el crecimiento de las plantas al incrementar paulatinamente la DFFF de 200 a 400 µmol m^{-2} s^{-1} y un alto número de intercambios por hora en 18 días de cultivo. Estos autores también señalaron que se puede realizar en estas condiciones la aclimatización *in vitro* simplificando o eliminando la aclimatización *ex vitro*.

CONCLUSIONES

Se logró con el empleo de condiciones fotoautotróficas de cultivo (frascos de cultivo plástico de 2000 mL de volumen, sin sacarosa, con zeolita como soporte e incremento de la ventilación) un porcentaje de supervivencia superior al 50%, valor bajo para estas condiciones de cultivo, sin la formación de raíces.
Estos resultados abren las puertas para posteriores estudios en este cultivo para el desarrollo de la micropropagación fotoautotrófica.

REFERENCIAS

(1) Shin KS, Park SY, Paek KY Sugar metabolism, photosynthesis, and growth of *in vitro* plantlets of *Doritaenopsis* under controlled microenvironmental conditions. *In vitro* Cell Dev. Biology-Plant, 2013, 49, 445-454
(2) Kozai T Photoautotrophic micropropagation-environmental control for promoting photosynthesis. Propag. Ornamental Plants, 2010,10, 88-204
(3) Xiao Y, Niu G, Kozai T Development and application of photoautotrophic micropropagation plant system. Plant Cell Tiss. Organ Cult.,2011, 105, 149-158
(4) Jiménez E, García L, Suárez M, Alvarado Y. Instructivo técnico para la micropropagación de la caña de azúcar. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 1997, 119p.
(5) Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum, 1962, 15, 437-497
(6) Xiao Y, Hin L Y, and Kozai T. Photoautotrophic growth of sugarcane plantlets *in vitro* as affected by photosynthetic photon flux and vessel air exchanges. *In vitro* Cell. Dev. Biol.-Plant, 2003, 39,186–192

EVALUACIÓN DE UN NUEVO SUSTRATO PARA VITROPLANTAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN FASE DE ACLIMATIZACIÓN

EVALUATION OF A NEW SUBSTRATE FOR SUGAR CANE VITROL PLANTS IN ACCLIMATIZATION PHASE

Autores: Pineda, E*, Acosta, F (†)*, Fernández, I*, Hernández, A*, Aday, O*, Núñez, D*, Occeguera, Z*, Machado, P*, Jiménez, M*, Toledo, E*, Más, R.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba. *email: emma.pineda@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar un nuevo sustrato para su utilización en la fase de aclimatización en vitroplantas de caña de azúcar. Se caracterizó su composición química y se evaluó el crecimiento de las plántulas en cada uno de los tratamientos durante dos meses. El residuo sólido del biogás formado a partir de vinaza presenta un contenido elevado de materia orgánica y macroelementos totales en comparación con el compost utilizado tradicionalmente y permitió el desarrollo adecuado de las vitroplantas, resultando los indicadores más favorecidos con su empleo, la longitud de la raíz, altura del tallo, diámetro, longitud de la hoja +1, número de hojas totales y el estado fitosanitario de las plántulas. Por lo que resulta factible utilizarlo como sustrato único o mezclado con el compost en una proporción 1:1 en el cultivar C90-469.

PALABRAS CLAVE: vitroplantas, sustrato, vinaza, aclimatización.

ABSTRACT

The present investigation was realized by the aim to evaluate a new substrate for his utilization in the acclimatization phase in vitroplantas of sugar cane. Substrate chemical composition was characterized and the growth of the plants was evaluated in each treatments for two months. The solid residue of the biogas formed from vinaza presents a high content of organic matter and total macroelements in comparison with the compost used traditionally and allows the suitable development of the vitroplantas, turning out to be the indicators most favored with the employment, root length, stem, diameter, leaf +1 length, leaves number, and phytosanitary condition of the plans. For what is feasible to use as the unique substrate or mixed with the compost in a proportion 1:1 in to cultivar C90-469.

KEY WORDS: vitrol plants, substrate, vinasse, acclimatization.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas de adaptación al pasar de las condiciones *in vitro a ex vitro,* donde las plántulas deben adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, (1), permitirá que las mismas alcancen un crecimiento autotrófico en ambientes de menor humedad relativa, con más luz y sustratos sépticos y deberá posibilitar la formación de un cepellón con una buena estructura (2). Se trata de materiales sólidos y porosos, de origen natural o sintético, que solos o en mezclas, permiten un crecimiento adecuado de las plántulas en condiciones controladas (3). El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de un nuevo sustrato para su utilización en la fase de aclimatización en vitroplantas de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la fase de aclimatización, perteneciente a la biofábrica de caña de azúcar, ubicada en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar en Villa Clara, perteneciente al INICA, donde se estableció un diseño experimental completamente al azar con 24 repeticiones del cultivar C90-469. Los tratamientos utilizados fueron: Sustrato I: Mezcla de 80% de compost y 20% de zeolita; Sustrato II: Mezcla de 50% del sustrato I más 50% de residuo sólido obtenido del biogás a partir de vinaza y Sustrato III: 100% del residuo sólido del biogás obtenido en la UEB "Heriberto Duquesne" (para ambos tratamientos I y II) y se caracterizaron para conocer su composición química en lo fundamental, a los que se les determinó: pH; contenido de materia orgánica y macroelementos totales (nitrógeno, fósforo y potasio). Los métodos empleados fueron los siguientes: Método potenciométrico (pH); Método de Walkey-Black (combustión húmeda) para la determinación de materia orgánica y Método de Kjeldahl para nitrógeno, fósforo y potasio total; (4). Las evaluaciones se realizaron cada 6 días, (conteo de plantas vivas, muertas y número de hojas activas). En la última evaluación se evaluaron además longitud de la raíz, altura y diámetro del tallo, largo de la hoja +1, número de hojas totales y fueron chequeadas fitosanitariamente considerando en la evaluación de la enfermedad roya parda (*Puccinia melanocephala H. y P. Sydow*) se empleó la escala establecida por (5). Para las variables analizadas se calcularon los estadígrafos más importantes y fueron procesadas, con el empleo del paquete estadístico Statistica Versión 8, de encontrarse diferencias significativas se aplicó la prueba Dúncan para la comparación de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los materiales empleados como sustratos: Como se puede apreciar en la Tabla I ambos sustratos poseen un pH neutro, elevado contenido de materia orgánica y adecuados contenidos de macroelementos totales, lo que coincide con lo reportado por (6) en la caracterización media que muestra el compost producido por el INICA y de la vinaza, material que da origen a este nuevo sustrato empleado en la investigación. Se destaca que el sustrato propuesto supera en todos los indicadores determinados al empleado tradicionalmente, o sea al compost utilizado en la biofábrica.

Tabla 1. Caracterización de los sustratos empleados (base masa seca).

Sustrato	pH	(%)			
		MOS	N	P	K
Compost	6.5	24.15	1.04	0.25	0.30
Residuo sólido del biogás	6.9	34.15	2.00	0.60	0.44

Evaluación del número de plantas vivas, muertas y hojas activas en los muestreos realizados: Al procesar estadísticamente los resultados obtenidos, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, en estos indicadores evaluados, lo que se traduce a un comportamiento similar de las vitroplantas con el empleo de los diferentes sustratos como aparece en el instructivo técnico para la micropropagación de la caña de azúcar elaborado por (7) y que en este caso indica que los resultados son similares al emplear uno u otro sustrato, de ahí su factibilidad de empleo.

Otros indicadores evaluados: Longitud de la raíz, altura y diámetro del tallo, número de hojas totales y longitud de la hoja +1: Todos estos indicadores mostraron diferencias significativas entre tratamientos y se muestran en la Tabla II. Las raíces de mayor longitud se apreciaron en las vitroplantas que crecieron en el

sustrato proveniente del residuo sólido del biogás a partir de la vinaza al respecto (1), plantea que lo más importante en esta fase es que las plantas formen un buen sistema radical, debido a que su nutrición dependerá mucho tiempo y en gran parte de la efectividad de sus raíces. Autores como (3) encontraron diferencias al comparar otros sustratos con la variante de compost y zeolita desde el primer muestreo realizado.

Tabla II. Resultados obtenidos en los diferentes indicadores evaluados a las plántulas.

Trat.	Long. Raíz (cm)	Sig.	Altura Tallo (cm)	Sig.	Diam. Tallo (cm)	Sig.	No. Hojas Totales	Sig.	Long. Hoja +1 (cm)	Sig.
I	10.80	b	11.36	c	0.42	b	6.50	b	11.35	c
II	10.97	b	17.31	b	0.82	a	7.38	a	17.31	b
III	12.90	a	21.51	a	0.76	a	7.13	a	21.51	a
n	72		72		72		72		72	
F	8.68		74.79		37.62		3.81		79.02	
p	0.0004		0.0000		0.0000		0.0269		0.0000	
CV	0.18		0.30		0.37		0.17		0.30	

Evaluación de la altura y el diámetro del tallo: El tratamiento III resultó el más destacado para la altura del tallo, mientras que en lo referente al diámetro el tratamiento I mostró los valores más bajos, lo que pudiera deberse a que en este caso el sustrato (tratamiento III) presenta una mejor composición de nutrientes. (1) al probar 25 combinaciones de sustratos, también encontró diferencias en estos indicadores.

Evaluación del número de hojas totales y longitud de la hoja +1: En el número de hojas totales se detectaron diferencias entre los tratamientos utilizados, reportando los valores más bajos el I, o sea el que utiliza como sustrato el compost elaborado a partir de cachaza y mezclado con zeolita, lo que pudiera relacionarse con la composición nutritiva del mismo, (6). En lo referente a la longitud de la hoja +1, (tejido indicador para diferentes evaluaciones y análisis), mostró diferencias significativas entre tratamientos resultando el tratamiento III el de los mayores valores.

Evaluación fitosanitaria: Se detectó la enfermedad roya parda con el grado 1 de severidad (hasta un 5 % del área foliar afectada en la hoja +3) en todos los casos y en cuanto a la reacción hospedante patógeno fue moderadamente resistente a esta enfermedad, que es característico en este cultivar (Figura 1). En cuanto a la afectación por plagas sólo en el tratamiento I se encontró ataques del barrenador *Diatraea saccharalis* Fab., 39 plantas afectadas, lo que pudiera deberse a la influencia del sustrato en la resistencia al ataque de esta plaga, por el contenido de potasio que presenta, conociendo que este nutriente estimula el desarrollo de la raíz y aumenta la tolerancia a plagas y enfermedades (8).

P. melanocephala *D. saccharalis*

Figura 1. Presencia de *P. melanocephala* y *D. saccharalis.*

CONCLUSIONES

1- Resulta factible el empleo de las variantes de sustrato evaluadas en la Fase de Aclimatización en vitroplantas de caña de azúcar del cultivar C90-469.
2- Indicadores evaluados como número de plantas vivas, plantas muertas y hojas activas no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que brinda la posibilidad del uso de los mismos, indistintamente.
3- La longitud de la raíz, la altura del tallo, su diámetro así como la longitud de la hoja +1, el número de hojas totales y la evaluación fitosanitaria fueron indicadores favorecidos por las variantes de sustratos propuestas.

REFERENCIAS

1- Rodríguez, R.: Desarrollo de sustratos para vitroplantas en fase de aclimatación. Trabajo de Diploma. 36 p. Ciencias Agropecuarias. UCLV, 1999.
2- Cortegaza, Leydi: Guía para la micropropagación *in vitro* de caña de azúcar. Memoria. 40 p. (2013).
3- Díaz L.; Medina, L.; Latife, J. y Digonzelli, P.: Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. RIA, 33(2): pp 115-128. INTA. Argentina. ISSN 0325-8718, 2004.
4- INICA.: Manual de prácticas de laboratorio y campo. 242 p, 2015.
5- Alfonso Isabel; Cornides, María; Rodríguez, J.; Ojeda, E. y Vallina, J.: Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en Cuba. Roya (*Puccinia melanocephala y H.P. Sydow*). Revista Cuba y Caña: p 33-42, 2000.
6- Arzola N.; Fundora, O. y de Mello, R.: Manejo de suelos para una agricultura sostenible. ISBN 978-85-61848-11-8. 509 p, 2013.
7- Montes de Oca J.; Jiménez, Mayra; Machado, P.; Occeguera, Zenaida; Bernal, Aydiloide; Nodarse, Odalis; Santana, I.; Reyes,C.; Capote, Mercedes; Carmona, Elva; García, I. Delgado, I.; Díaz, F.; Pineda, Emma; Vidal, M.; Nancy, Zambrano, Suárez, H. y Guillén, S.: Manual para el manejo agronómico de vitroplantas de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en bancos de semilla básica o registrada.30p, 2013.
8- Romero, E.; Alonso, L.; Casen, S.; Leggio, Fernanda; Tonatto, J.; Scandaliaris, J.; Digonzelli, Patricia; Giardina, J. Y Fernández, J: Manual cañero Argentina. Capítulo 7 Fertilización de la caña de azúcar. Criterios y recomendaciones. 87:99 pp. 2015.

CONCEPCIÓN DEL SERVICIO PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA EN LA LABRANZA DE SUELOS DEDICADOS A CAÑA DE AZÚCAR

CONCEPTION OF THE SERVICE FOR THE TECHNICAL ASSISTANCE IN THE SUGAR CANE SOIL TILLAGE

Betancourt Y[1]*, Guillén S[2]*, Rodríguez J. F[3]* Alfonso A[4]*, Sánchez R.[3]
[1] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara (ETICA Centro Villa Clara). Autopista nacional Km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.
[2] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km 2 ½, Cuba.
[3] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque.
[4] Empresa de Servicios Técnicos Industriales (Empresa ZETI). División Datazucar
*****e-mail: yoel.betancourt@nauta.cu; yoel.betancourt@inicavc.azcuba.cu; yoelbr15@gmail.com

RESUMEN

La estructura general del servicio se basó en tres ofertas dirigidas a la planificación, el control y la organización: Asistencia Técnica en los Procesos de Labranza de Suelo, para la Administración de la Maquinaria Agrícola y Prueba y Evaluación de Máquinas Agrícolas, con un alcance que abarcó toda el área cañera y un tiempo que comprende todo el año vinculado al productor. La asistencia en los procesos de labranza se aplicó a la deforestación, nivelación, preparación de suelo, plantación y fertilización y cultivo post-cosecha. Para la planificación de la labranza, la gestión del mantenimiento y el control de la explotación se emplearon herramientas informáticas. Las recomendaciones se fundamentaron por criterios tecnológicos, energéticos, económicos y ambientales; según resultados de más de 40 años de investigaciones del INICA y de otras instituciones.
PALABRAS CLAVE: labranza, asistencia técnica, servicio, planificación.

ABSTRACT

The service general structure was based on three offers directed to the planning, the control and the organization: Technical attendance in the processes of soil tillage, in Machinery management and Evaluation and trial of agricultural machines. This service is projected to reach the total area and to cover up the whole of the year. The attendance in soil tillage processes was applied to deforestation, land-leveling, fertilization and post-harvest field management, plantation and land preparation technological processes. For the planning of the farm works, the maintenance management and the machinery exploitation control a computer tools were programed. The recommendations were technically based according to technological, energetical, economical and environmental approaches; taking into account the results of more than 40 years of investigations of the INICA and other institutions.
KEYWORDS: soil tillage, technical assistance, service, planning.

INTRODUCCIÓN

En el sector cañero cubano se han identificado varios problemas relacionados con la labranza de suelo (1), dentro de los que se destacan: aplicación inadecuada de las tecnologías de preparación de suelos, adquisición de medios que no se corresponden con las necesidades concretas de cada productor cañero, uso intensivo y generalizado de los medios convencionales, no toda el área roturada en la preparación es plantada, no aplicación de labores o medios dirigidos a solucionar factores edáficos limitantes como la subsolación, la nivelación, el alisado y la plantación en contorno; elevada obsolescencia y envejecimiento del parque, ausencia de equipos multipropósitos, más bien la existencia de múltiples marcas y modelos de equipos para

realizar una misma operación; no completamiento del parque de implementos por fuente energética, lo que conlleva a la inadecuada formación de agregado; falta de un sistema de gestión de mantenimiento a tono con los cambios tecnológicos y la necesidad de implementar un sistema de control de la calidad más efectivo y sostenible.

La situación actual demandó de la creación de un servicio para la asistencia técnica que brinde soluciones integradoras a los problemas identificados en el campo de la labranza. Mostrar la concepción de ese servicio constituye el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para establecer la estructura de funcionamiento del servicio se tomaron como referencia los objetivos y alcance de los servicios introducidos por el INICA [Servicio para la Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), Servicio para el Control Integral de Malezas (SERCIM), Servicio para la Recomendación de Variedades y Semillas (SERVAS), y Servicio para el Control Fitosanitario (SEFIT)] (2).

En la planificación, para la recomendación de las cartas tecnológicas por unidad mínima de manejo, el bloque, se empleó el sistema computacional propuesto por (3). En las recomendaciones se excluye todo lo relacionado con las normas y dosificación del fertilizante por corresponder al SERFE y el control mecánico de malezas por pertenecer al SERCIM.

Para la conformación de las variantes en las alternativas tecnológicas por proceso se consideraron los resultados de las investigaciones en labranza de suelo del INICA y otras instituciones [(4), (5), (6), (7) y (8)] los cuales sirvieron de base para brindar recomendaciones fundamentadas técnicamente según criterios tecnológicos, energéticos, económicos y ambientales.

La ejecución de la gestión del mantenimiento y el control de la explotación se soporta en el módulo de Gestión del Mantenimiento y Control de la Explotación de la plataforma web CPlus[1].

Como premisa general para la proyección del servicio se estableció la de brindar recomendaciones adecuadas a las condiciones actuales del país, para posteriormente, a partir de las bases y estrategias creadas, proponer e implementar tecnologías de avanzada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La solución de los problemas actuales en el campo de la labranza con un enfoque integrador desde la ingeniería agrícola con características, alcance y salidas dirigidas a los diferentes niveles del escenario productivo y con una adecuada flexibilidad que se ajuste a la situación actual imperante y a la proyección inmediata y futura de la maquinaria condujeron a organizar el servicio en tres ofertas, *Asistencia técnica en los procesos de labranza de suelo, Asistencia técnica en la administración de la maquinaria agrícola y Prueba y evaluación de máquinas agrícolas,* con una estructura general de funcionamiento como se muestra en la Figura 1.

La oferta *Asistencia Técnica en los Procesos de Labranza de Suelo* encierra los aspectos vinculados a la planificación de la labranza de suelo, tiene carácter permanente por lo que asiste anualmente al productor, con un alcance que abarca todas las unidades productoras de caña del país. La Figura 2 muestra un ejemplo de recomendación obtenida en el sistema computacional LabraS en el proceso tecnológico de preparación de suelo para la Unidad Empresarial de Base (UEB) Héctor Rodríguez, en la provincia de Villa Clara.

Los sistemas de gestión del mantenimiento y reparaciones, técnicos, organizativos y económicos y de capacitación y control requeridos vinculados a las recomendaciones de labranza se encuentran en la oferta *Asistencia Técnica para la Administración de la Maquinaria Agrícola*. Este es el soporte que asegura el cumplimiento de las recomendaciones planificadas en la primera oferta. Puede tener carácter temporal o

[1] Cplus es una plataforma web destinada fundamentalmente a gestionar algunos de los procesos necesarios para el desarrollo de la zafra, permitiendo la evaluación de todos los indicadores de calidad del azúcar, el control del estimado, la liquidación, el balance de recursos y otros en el Grupo Empresarial AZCUBA y sus dependencias.

permanente en dependencia del sistema aplicado, con un alcance que abarca a las unidades de producción, talleres, pelotones de labranza y Unidades Empresariales de Base.

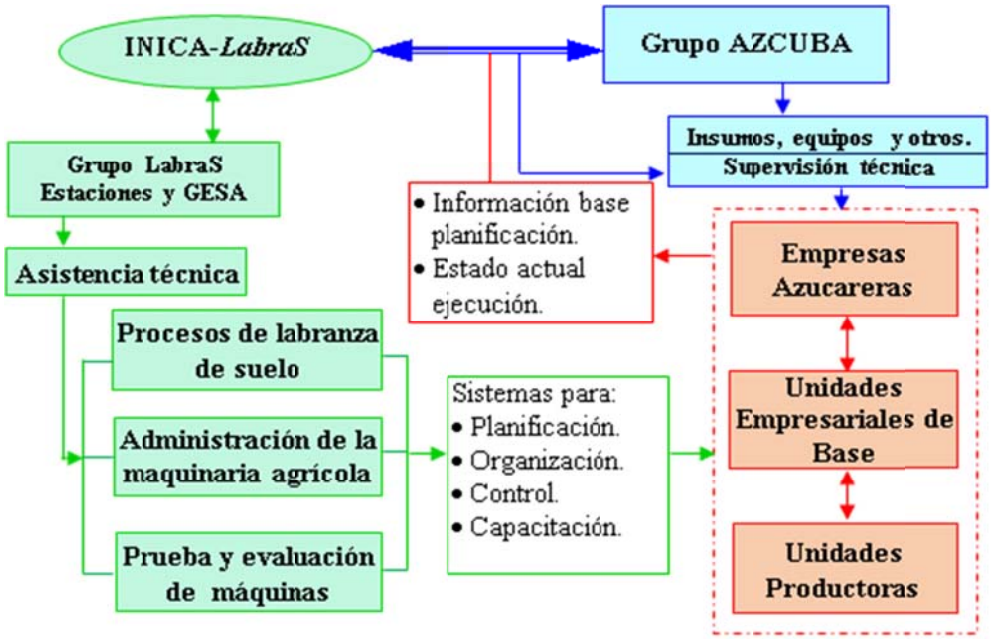


Figura 1. Estructura general de funcionamiento del servicio de labranza de suelos.

Año de trabajo: 2016

INICA

Servicio de Labranza de Suelo

Recomendación Adecuada por Proceso Tecnológico

Empresa Azucarera VILLA CLARA

UEB HÉCTOR RODRÍGUEZ

UBPC 1ro DE MAYO

Proceso Tecnológico: Preparación de Suelos

Bloque	Área (ha)	Alternativa Tecnológica	Variantes	Labores	Fecha de Inicio	Agregados	Productividad (ha/jornada)	Gasto Combustible (L)	Costo (pesos)
00066	31,540	Preparación de Suelos ligero con problemas de compactación, en demolición con cambio de surquería.	Variante 1	Quema (opcional)	20/03/2016	1,4 t (MTZ y YUMZ) con Carreta	100,0	157,7	220,8
				Grada mediana	21/03/2016	YTO Estera con Grada GAPCR (Aradora)	5,0	788,5	774,3
				Subsolación	25/03/2016	YTO con Bayamo 81	12,0	441,6	693,9
				Grada mediana	31/03/2016	YTO Estera con Grada GAPCR (Aradora)	5,0	788,5	774,3
				Subsolación	04/04/2016	YTO con Bayamo 81	12,0	441,6	693,9
				Profundización y mullido (discos)	06/04/2016	YTO Estera con Grada GAPCR (Aradora)	5,0	788,5	774,3

Figura 2. Vista del informe Recomendación de preparación de suelos (Carta tecnológica).

El sistema de gestión del mantenimiento y reparaciones se encarga de implementar estrategias y tecnologías de avanzada para codificar y evaluar el estado técnico de los medios existentes; elevar la eficiencia y calidad de los trabajos ejecutados, perfeccionar el sistema de trabajo en los talleres e implementar un programa de lubricación que contenga la selección, adquisición y manejo de los lubricantes, además del perfeccionamiento de las guías de lubricación y de mantenimientos.
El sistema organizativo y económico define el equipamiento de labranza con proyección inmediata y futuro, la estructura de los pelotones de labranza, la estrategia de desplazamiento y de gestión económica para asegurar la sostenibilidad del sistema.
El sistema de capacitación y control se encarga de establecer los medios y métodos para el control de los insumos, de la calidad en la ejecución de las labores, de los mantenimientos y las reparaciones y de la explotación de los equipos. Este último en particular permite ajustar los índices de explotación y económicos (normas de trabajo, gastos de combustible y el costo) que servirán para actualizar los índices utilizados en el software de planificación (retroalimentación).
Todo lo relacionado con la *prueba, evaluación y modificación de maquinaria* se incluyen en la tercera oferta, se realiza a solicitud del cliente, independientemente del nivel en que se encuentre la demanda, ya sea de base o central.

CONCLUSIÓN

La concepción del servicio se enmarca en tres ofertas: Asistencia Técnica en los Procesos de Labranza de Suelo, Asistencia Técnica para la Administración de la Maquinaria Agrícola y Prueba, Evaluación y Modificación de Máquinas; se dirige a los procesos de deforestación, nivelación, preparación de suelo, plantación y fertilización y cultivo post cosecha; abarca el área cañera general y se vincula al productor todo el año. Además, cuenta con plataformas informáticas para la planificación de los trabajos y el sistema de gestión de mantenimiento y control de la explotación de la maquinaria.

REFERENCIAS

1. Betancourt, Y., D. Socarras, S. Guillen, L. Bou, O. Rivera, J. Jerez, R. Ferreira, J. C. González: “Manual técnico para el jefe de pelotón de preparación de suelo”, *Revista Cuba &Caña*, Suplemento especial, ISSN1028-6527, (1): 61 pp., 2015.
2. Franco, G. I., R. Gallego; H. Rubén, I. Chávez, I. Izquierdo, Y. Zambrano: “Sistema de asistencia técnica. Transferencia de tecnología e introducción de logros científico-técnicos”, En: Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar (Cuba), edit. Ignacio Santana, Maribel González, Sergio Guillen Sosa, Ramón Crespo, *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar*, 2da edición, ISBN: 978-959-300-036-9, pp. 79-106, Editorial AMA, 2014.
3. Centro Nacional de Derecho de Autor. Software SERLAB, Registro 848: 2013, Dado en la Habana, 9 de abril del 2013.
4. Gómez, A.; E. Velarde; R. Córdoba: “Nuevas soluciones para la preparación de suelos en Cuba”, *Revista Cuba & caña*, ISSN1028-6527, 2(3): 31-36, septiembre-diciembre, 1997.
5. IIMA. Instructivo técnico del multigrado M 250 Cañero. República de Cuba, 12 pp., 2000.
6. Gutiérrez, A.; F. R. Díaz; L. Vidal; I. Rodríguez; Emma Pineda; Y. Betancourt; J.R. Gómez: “Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con regadío superficial”, *Revista Cuba &Caña*, Suplemento Especial, ISSN1028-6527, (1): 15 pp., 2013.
7. INICA. *Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar*, ISSN1028-6527, Primera Edición, Ed. Publinica, La Habana, Cuba, 166p., 2007.
8. INICA. Taller nacional con los directores de producción de caña de empresas y GEA. *Rev. Cuba & Caña.* Suplemento especial, ISSN1028-6527, (2), 144 pp., 2009.

MONITOREO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEDICADOS AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN VILLA CLARA
MONITORING OF THE FERTILITY OF THE SOILS DEDICATED TO THE CULTIVATION OF THE SUGAR CANE IN VILLA CLARA

Más, R.[1]*; Villegas, R.[2]; Vidal, L.[2]; Pineda, E.[1]; Becerra, E.[1]; Fernández, I.[1]; Lugo,I.[1] ; Hernández, A.R. [1] ; Batista, S.[1]

1- Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara (ETICA Centro Villa Clara)
2- Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA-Sede)
*e-mail: rafael.mas@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

Se estudió la evolución de parámetros de fertilidad (P, K y pH) de suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en Villa Clara. Los resultados analíticos de las muestras de suelos (1997 – 2016) del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba y las bases de datos espaciales de las unidades de producción cañera del territorio, fueron tomados como referencia. Mediante la tecnología SIG se realizó un análisis espacio – temporal del comportamiento del contenido de fósforo y potasio asimilables y del grado de acidez para las diferentes regiones edafoclimáticas, se identificaron las zonas con mayores problemas de fertilidad y se confeccionaron mapas temáticos. Se establecieron modelos de regresión para explicar la variación de estas propiedades en el tiempo. Estos resultados contribuyen al perfeccionamiento de los algoritmos de fertilización y al monitoreo ambiental de la región.
PALABRAS CLAVE: fertilidad, suelos, SIG

ABSTRACT

The evolution of fertility parameters (P, K and pH) of soils dedicated to the cultivation of sugarcane in Villa Clara was studied. The analytical results of the soil samples (1997 - 2016) of the Service of Recommendations of Fertilizers and Amendments (SERFE) of the Institute of Investigations of the Sugar Cane of Cuba and the spatial databases of the sugar production units of the territory were taken as reference. A spatial - temporal analysis of the behavior of the assimilable phosphorus and potassium content and the degree of acidity for the different edaphoclimatic regions was carried out using GIS technology. Areas with major fertility problems were identified and thematic maps were elaborated. Regression models were established to explain the variation of these properties over time. These results contribute to the improvement of the fertilization algorithms and the environmental monitoring of the region.
KEY WORDS: fertility, soil, GIS

INTRODUCCIÓN

Desde su establecimiento en el año 1996 del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) en la provincia Villa Clara, se han realizado pocos estudios de la evolución en el tiempo de la fertilidad de los suelos dedicados a caña de azúcar, en relación a las propiedades químicas fósforo y potasio asimilables y el grado de acidez, los cuales permitirían evaluar la efectividad de las recomendaciones de fertilizantes que se emiten.
El presente trabajo tiene como objetivo realizar un monitoreo de la fertilidad de los suelos dedicados a caña de azúcar en Villa Clara, estudiar las tendencias del comportamiento de los niveles de fósforo y potasio asimilables de estos suelos, así como el grado de acidez y conformar las bases de datos digitales para el análisis espacio temporal de estas propiedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó como referencia los resultados analíticos de las muestras de suelos (1996 – 2015), las bases de datos del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA) y las bases de datos espaciales de las unidades de producción cañera del territorio, que totalizaron 343 648 unidades mínimas de manejo (campos de caña). Con la ayuda del SIG MAPINFO se realizaron análisis espacio temporal de las propiedades fósforo y potasio asimilables, expresados como mg de P_2O_5 y K_2O en 100 g de suelo respectivamente y el grado de acidez (pH KCl). Se conformaron mapas temáticos y se identificaron las zonas con mayores problemas de fertilidad. Se construyeron gráficos en Microsoft Excel utilizando diferentes modelos (lineal, exponencial, polinómico, logarítmico y potencial) que mostraron las líneas de tendencia del porcentaje de muestras por categorías para cada propiedad evaluada. La base de datos se procesó teniendo en cuenta los criterios utilizados en los algoritmos de las recomendaciones del SERFE [1], que asume para los suelos, las categorías de fósforo, potasio y pH que aparecen en la Tabla I.

Tabla I. Definición de las categorías de fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) asimilables y el grado de acidez (pH KCl) utilizadas en el análisis.

Categoría	P_2O_5 mg100g^{-1} Oniani (*)	K_2O mg100g^{-1} Oniani (*)	
		Suelos 1**	Suelos 2***
Muy Alto	≥ 13.0	≥ 25.7	≥ 32.0
Alto	≥ 3.36 <13.0	≥ 15.5 < 25.7	≥ 13.8 < 32.0
Medio	≥1.2 < 3.6	≥ 10.9 < 15.5	≥ 8.8 < 13.8
Bajo	< 1.2	≥ 7.9 < 10.9	≥ 6.2 < 8.8
Muy Bajo		< 7.9	< 6.2

Categoría de pH KCl	Intervalo
Muy Acido	< 4.5
Acido	≥ 4.5 < 5.0
Med. Acido	≥ 5.0 < 5.5
Lig. Acido	≥ 5.5 < 6.0
Neutro	> 6.0

*Extracción con H_2SO_4 0.1 N

**Suelos 1: Ferralitizados Cálcicos, Ferralitizados Cuarcíticos, Gleyzados Ferralitizados.

***Suelos 2: Sialitizados Cálcicos, Sialitizados no Cálcicos, Fersialitizados Cálcicos, Vertisuelos, Gleysados Sialitizados Plásticos, Aluviales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los diferentes modelos empleados para estudiar la evolución en el tiempo de los parámetros de fertilidad evaluados (P, K y pH), el mejor ajuste se logró con el modelo polinómico de segundo orden.

La variación en el tiempo del porcentaje de muestras para las diferentes categorías de P asimilable en el suelo se presenta a continuación (Figuras 1-4).

Fósforo: El comportamiento del fósforo asimilable se realizó para las muestras con pH>4.5 y pH<=4.5. Se exponen los resultados de la primera por ser los más representativos en la provincia. Se observa una tendencia a la disminución del porcentaje en las categorías de P bajo con los años, resultados similares fueron obtenidos por [2] para esta categoría (Figura 1). Con relación a las categorías de P alto y muy alto (Figuras 3 y 4), disminuyen en el tiempo, mientras que la categoría de P medio aumenta su porcentaje (Figura 2). Las recomendaciones fosfóricas emitidas por el SERFE han incrementado la fertilidad de los suelos empobrecidos de este elemento y han disminuido las reservas de fósforo en los más abastecidos.

Potasio: Se obtuvieron resultados similares en las diferentes categorías de K asimilable para los dos grupos de suelos establecidos por el SERFE. La tendencia del porcentaje de muestras en la categoría de K muy bajo fue aumentar en los primeros años, pero en los últimos 5 años disminuyó (Figura 5). Las categorías de potasio bajo y medio se incrementan con el tiempo (Figuras 6 y 7) y la categoría de alto disminuye (Figura 8), estos resultados están en correspondencia con los obtenidos por [3] en experimentos de larga duración con caña de azúcar en Villa Clara y pueden estar motivados porque el SERFE para los suelos más empobrecidos recomienda mayores cantidades de K, mejorando en el tiempo su fertilidad; en cambio para los suelos más abastecidos, recomienda menores cantidades de K y la extracción continuada de la caña de azúcar pudiera estar provocando la disminución de las reservas de este elemento en el suelo.

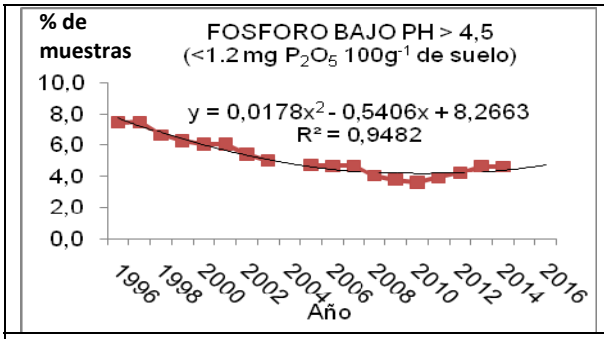


Figura 1. Porcentaje de muestras para la categoría de P bajo (pH > 4.5).

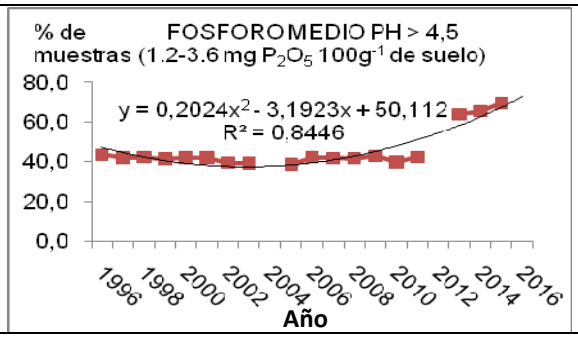


Figura 2. Porcentaje de muestras para la categoría de P medio (pH > 4.5).

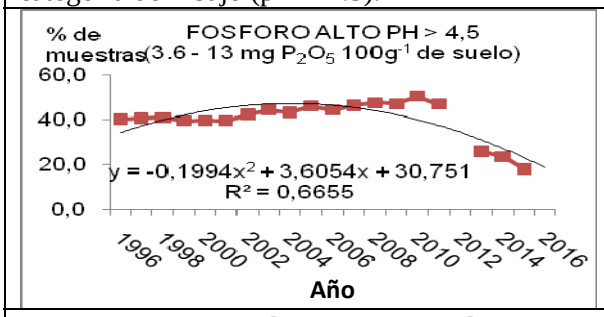


Figura 3. Porcentaje de muestras para la categoría de P alto (pH > 4.5).

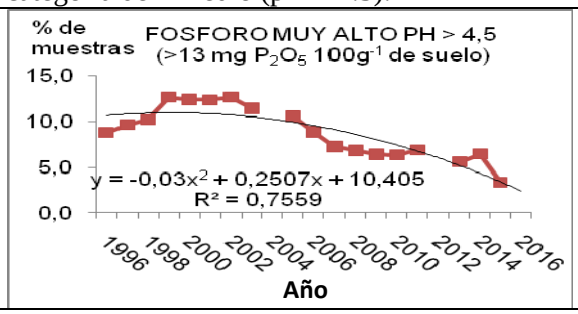


Figura 4. Porcentaje de muestras para la categoría de P muy alto (pH > 4.5).

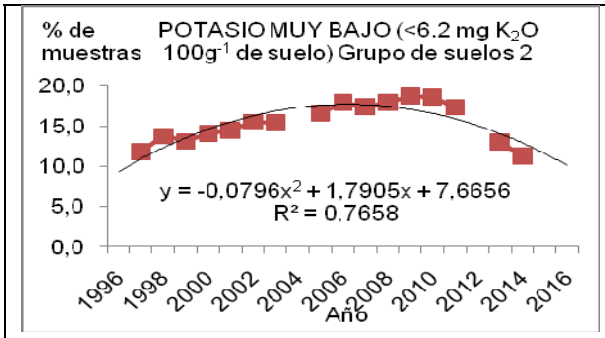


Figura 5 Porcentaje de muestras para la categoría de K muy bajo (Suelos 2)

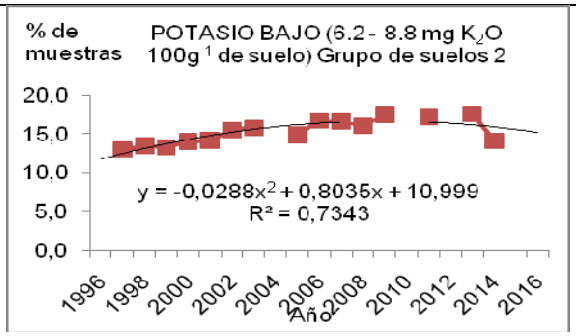


Figura 6. Porcentaje de muestras para la categoría de K bajo (Suelos 2)

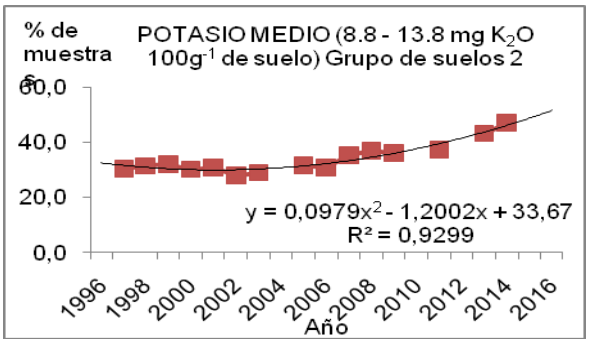


Figura 7. Porcentaje de muestras para la categoría de K medio (Suelos 2).

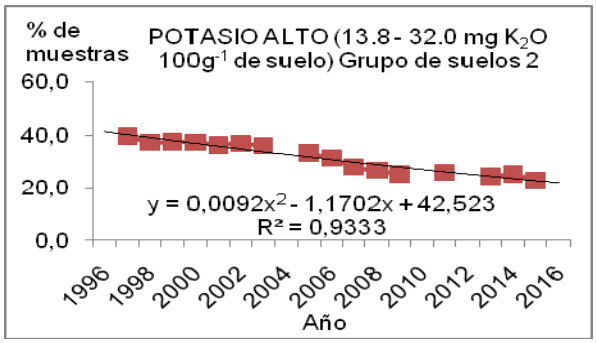


Figura 8. Porcentaje de muestras para la categoría de K alto (Suelos 2).

Grado de Acidez (pH): El porcentaje de muestras con pH muy ácido y ácido ha disminuido en el tiempo, incrementándose las categorías de medianamente ácido y neutro, lo cual es favorable para el buen desarrollo de las plantaciones cañeras en la región.

El empleo de la tecnología SIG permitió realizar un análisis espacio – temporal del comportamiento del pH, P y K asimilables, para las diferentes unidades de producción y se identificaron las zonas con mayores problemas de fertilidad. Las Figuras 9 y 10 muestran mapas temáticos de fósforo de la unidad de producción cañera Bermejal, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Carlos Baliño de Villa Clara en diferentes años 1996 y 2015, el contenido de fósforo asimilable en el suelo en sentido general se ha incrementado.

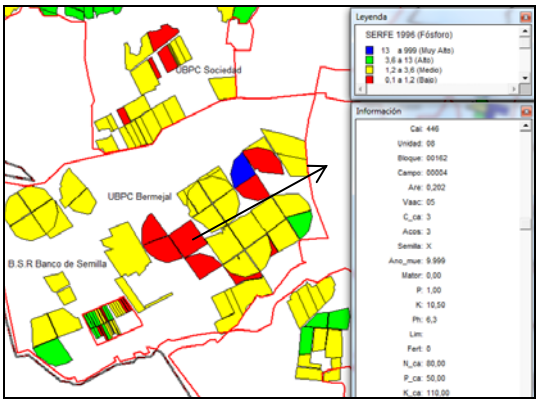


Figura 9. Mapa de Fósforo. UBPC Bermejal, UEB C. Baliño (1996)

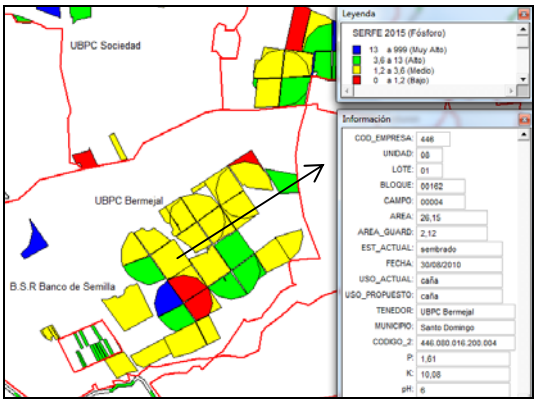


Figura 10. Mapa de Fósforo. UBPC Bermejal, UEB C. Baliño (2015)

CONCLUSIONES

1. De los modelos empleados para estudiar la evolución en el tiempo de los parámetros de fertilidad (P, K y pH), el modelo polinómico de segundo orden fue el de mejor ajuste.

2. En relación con el P y K asimilables, la tendencia fue incrementar el porcentaje de muestras en las categorías medias, disminuyendo en las categorías bajas y altas.

3. Las áreas estudiadas no presentaron problemas de contaminación por exceso de fertilizantes.

4. La implementación del SIG permitió realizar análisis espacio temporales de la fertilidad de los suelos de las unidades de producción de Villa Clara, identificando las zonas más críticas.

REFERENCIAS

[1] INICA. Instructivo Técnico para el manejo de la Caña de Azúcar. Editorial: AMA. 2014: 302. ISBN: 978-959-300-036-9

[2] Villegas, R; I. Machado; Y. Viñas; J. Campos. Análisis del comportamiento de pH, fósforo y potasio en las áreas bajo el control del Servicio de Fertilizantes y Enmiendas en caña de azúcar en Cuba. En: Memorias del Congreso de Suelos 2015. En CD ROM. 2015. ISBN 978-959-296-039-8.

[3] Pineda, Emma. Activo en la base productiva, para divulgar los resultados de los experimentos de larga duración, provincia Villa Clara. 2015.

APLICACIÓN DE UN MÉTODO DE GESTIÓN PARA INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS, CUBA

APLICATION OF A MANAGEMENT METHOD TO IMPROVE AGRICUTURE YIELD SUGARCANE OF CIENFUEGOS PROVINCE, CUBA

Autores: Sacerio, J [1]*, Suárez, O[1]*, Mesa, J[1]*, Carmenate L[1]*, Suárez D[1]*, Gonzales, J[1]*, Rangel, E[1].

[1]Estación Territorial de Investigaciones **de** la Caña de Azúcar Villa Clara, Cuba.
* E-mail: director@gesacf.azcuba.cu

RESUMEN

A partir de las medidas aplicadas para la recuperación del sector azucarero en Cuba, la empresa azucarera Cienfuegos, y el Instituto de investigaciones de la Caña de Azúcar, decidieron aplicar un método de gestión para mejorar el trabajo de los productores de peores resultados. Se seleccionaron 12 Unidades Productoras de caña de azúcar de los cincos centrales azucareros de la provincia de Cienfuegos entre las zafras 2010 y 2014. Con la información de las zafras anteriores se realizó un diagnóstico de las causas técnicas – organizativas que incidían en los malos resultados. Se introdujo un modelo de gestión de alta prioridad en el que participaron los productores seleccionados, la empresa azucarera Cienfuegos y el INICA en el territorio. Los incrementos del rendimiento agrícola promedio, (10, 4 t ha^{-1}) y del volumen de caña producida, (685,6 miles de toneladas) entre las zafras 2010 - 2014 validaron el modelo de gestión seleccionado.
Palabras clave: productores, diagnostico, gestión, prioridad.

ABSTRACT

From the applied measures for the recuperation of the sugarcane sector in Cuba, the union of companies Cienfuegos, and the Sugarcane Research Institute (INICA), decided to apply a manage method to improve producers that show worse results in work. Twelve sugarcane farmers were selected from the five sugar factories of Cienfuegos province during 2010 and 2014. With the previous crops information a diagnostic of the technical organizational causes that have impact in the bad result. A high priority management model with the participation of selected farmers, Cienfuegos Union of Companies and the territorial Sugarcane Research Institute (INICA) was introduced. The average sugarcane yield increment (10, 4 t ha^{-1}) and the sugarcane harvested volume (685 594 t) in the crop period 2010-2014 confirmed the effectiveness of the management model selected.
Key word: producers, diagnosis, management, priority.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria azucarera cubana se encuentra avalado por un amplio plan de construcciones y una sólida base investigativa que garantizarán que el azúcar y sus producciones derivadas continúen teniendo una amplia perspectiva de desarrollo y un mercado seguro a nivel mundial (1).

La situación económica mundial, particularmente en la industria azucarera, le ha impuesto a Cuba un cambio radical de agricultura de corte industrial con altos insumos, a agricultura sostenible de bajo impacto, provocando una brusca depresión de los rendimientos agrícolas (2).

La necesidad de alcanzar una producción eficiente de caña de azúcar, evaluada en producción de tallos por unidad de área, lleva implícito la urgencia de cambios en las prácticas agrícolas tradicionales. Es por ello que

la búsqueda de tecnologías más apropiadas para el incremento del rendimiento agrícola, ha sido siempre preocupación de los productores e investigadores en Cuba y el resto de los países cañeros (3).

La introducción de métodos de gestión en la agricultura cañera permite la intensificación en la producción agrícola, dentro de esquemas sostenibles, diseñados para alcanzar una eficiencia óptima, al tiempo que se reduce el efecto negativo sobre el ambiente, provocado por el uso desmedido de agroquímicos de origen mineral y mejores resultados productivos y económicos (4, 5).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en las Unidades Productoras de caña de azúcar pertenecientes a la provincia Cienfuegos, durante el período 2010-2014. Con el objetivo de conocer las causas que mayor incidencia tenían en los bajos rendimientos agrícolas, se realizó un diagnóstico, con la participación de un equipo multidisciplinario integrado por especialistas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y la empresa azucarera Cienfuegos.

Se realizaron entrevistas y encuestas a los trabajadores y directivos, tanto individuales como colectivos y los resultados se informaron y discutieron en reuniones de coordinación, análisis semanales de las actividades agrícolas, juntas económicas, reunión de productores, etc.

Mediante la matriz de Vester se definieron las principales debilidades del proceso de producción de caña, se identificaron las 12 Unidades Productoras con menor rendimiento agrícola, y se les nombró Unidades de Producción Priorizadas (UPP).

Para darle seguimiento y solución a los problemas detectados en los diagnósticos, se implementó un método de gestión que abarcó un programa mensual de visitas del grupo interdisciplinario a los productores seleccionados y las acciones siguientes:

- Monitoreo de la calidad de las labores agrícolas (con evidencias fotográficas).
- Penalización de las desviaciones detectadas mediante una puntuación integral.
- Intercambio con obreros agrícolas, técnicos y miembros de la junta directiva.
- Taller de conclusión de la visita en el central azucarero, con presencia de la empresa, para chequear los compromisos contraídos y la solución de los problemas detectados.
- Reunión mensual con los productores con acciones de extensionismo y capacitación (días de campo, plegables y fotorreportajes) relacionados con las dificultades detectadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico realizado a las Unidades Productoras de caña de azúcar mostró que los principales problemas que afectan el rendimiento agrícola son:

1**. Organizativos y de administración**

- Falta de sistema de trabajo e incumplimiento del mismo por parte de los administradores.
- Falta de seguimiento y control de los resultados económicos.
- Problemas en la planificación de las labores agrícolas.
- Se realizan actividades sin la presencia de los técnicos.
- Insuficiente consulta de las principales decisiones con los colectivos de trabajadores.
- Falta de motivación.

2. Técnicos

- Mala calidad de la semilla usada para la plantación.

- Violaciones en las recomendaciones de los Servicios Científico técnicos (variedad recomendada a plantar y dosis de fertilizantes).
- Deficiente calidad del proceso de plantación.
- Problemas en la calibración de los equipos de aplicación de herbicidas y fertilizantes.
- Mala calidad de la cosecha.

La motivación juega un papel fundamental en los resultados productivos y económicos de una entidad, trabajadores altamente motivados son capaces de grandes retos, a pesar de limitaciones y carencias (6).

Con la aplicación del método de gestión se le dio solución a los principales problemas organizativos y técnicos que afectan la producción de caña en las Unidades Productoras, lo que permitió cumplir los planes de siembra y mejorar la calidad de las labores agrícolas y la cosecha, además los colectivos de trabajadores participan en la toma de decisiones y se encuentran comprometidos en alcanzar los resultados planificados, pues los ingresos que reciben dependen de la producción alcanzada, todo ello mejoró la motivación de los trabajadores y su participación en las tareas asignadas.

La comparación realizada entre los resultados obtenidos en el año 2014 con respecto al 2010 en las 5 UEB de la provincia Cienfuegos (Tabla I) mostró un incremento en el rendimiento agrícola en 23,0 t ha^{-1} y en la producción de caña de 685 594 t.

Tabla I. Incremento del área cosechada, rendimiento agrícola y producción de caña en las 5 UEB de la provincia Cienfuegos en el período 2010-2014

UEB	2010			2014			Incremento		
	Área (ha)	Rdto (t ha^{-1})	Prod. (t)	Área (ha)	Rdto (t ha^{-1})	Prod. (t)	Área (ha)	Rdto (t ha^{-1})	Prod. (t)
C C	8 143	18,0	229 640	7 157	48,2	345 278	- 985,0	30,2	115 638
A S	6 096	30,4	171 164	6 238	47,6	297 213	142,0	17,2	126 049
14 J	5 338	23,5	143 121	5 770	43,7	252 331	431,1	20,2	109 210
EG	4 385	18,7	117 398	5 449	42,1	194 398	1064,3	23,4	77 000
5 S	6 522	25,1	194 581	6 784	46,7	316 937	262,0	21,6	122 356
Total	30 484	22,9	741 949	31 398	45,9	1 427 543	914,0	23,0	685 594

UEB- Unidad empresarial de base; CC- Ciudad Caracas, AS- Antonio Sánchez, 14 J- 14 de julio, EG- Elpidio Gómez, 5S- 5 de septiembre; Rdto- Rendimiento agrícola; Prod.- Producción de caña

Las 12 unidades Productoras de caña seleccionadas de la provincia Cienfuegos donde se aplicó el método de gestión incrementaron la producción en el año 2014 con respecto al 2010 en 163 847 t, los mayores incrementos en Laos (108 %) y R. López (100 %).

El rendimiento y el costo son factores que tienen una relación inversamente proporcional, lo que significa que a medida que aumenta uno disminuye el otro (6). En las Unidades Productoras analizadas, el incremento de la producción repercutió en los ingresos y por consiguiente en las condiciones de vida y de trabajo de sus integrantes, lo que propició un clima favorable entre los diferentes colectivos.

Tabla II. Comparativo de la producción de caña e incrementos alcanzados durante el período 2010-2014 en las Unidades Productoras seleccionadas

No	Unidades Productoras	Producción de caña (t)			
		2010	2014	Incrementos	%
1	La lima	35 960	44 378	8398	23
2	Manacas	21 066	37 060	15 994	76
3	R. López	7 688	15 361	7 673	100
4	Chapeo	31 996	55 097	23 101	72
5	Laos	23 015	47 879	24 864	108
6	Tanteo	28 905	35 451	6 546	23
7	Dos hermanos	26 580	42 175	15 595	59
8	Tres picos	23 485	43 285	19 780	84
9	Dolores	19 575	34 542	14 967	76
10	Ciruela	20 170	26 128	5 948	30
11	Margarita	19 234	35 820	16 586	86
12	26 de julio	17 835	22 180	4 345	24
13	Total	275509	439356	163847	59

CONCLUSIONES

1. La solución de los problemas detectados en el diagnóstico realizado a las Unidades Productoras de la provincia Cienfuegos mediante la aplicación de un método de gestión, permitió incrementar el área cosechada, el rendimiento agrícola y la producción de caña en un período de 4 años.
2. El incremento de la producción repercutió favorablemente en los ingresos y la motivación de los trabajadores y directivos.

BIBLIOGRAFIA

1. Rosales, U. ATAC: Destacamento de avanzada que agrupa y conduce a la fuerza técnica. Discurso de clausura del 48 Congreso de la ATAC. Revista ATAC, 2003, (1): p. 3-5.
2. Rodríguez, M. Respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de FitoMas-E en suelo ferralítico Rojo de la provincia de Matanzas. Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2013. 81 pp.
3. Gómez, S. Surco de base ancha y rotación de cultivos en caña de azúcar. Tesis en opción al grado científico de Maestro en Ciencias agrícolas. UNICA. Universidad de Ciego de Ávila. 2008, 90 pp.
4. Martínez, M. Caracterización y evaluación participativa del maíz. La Habana. Revista Cultivos Tropicales, 2003, (24): p. 69-75.
5. Armenta, D. A., García, C., Camacho, J. R., Apodaca, M. A., Montoya, L. G. y Nava, E. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo, 2010, (6): p. 51-56.
6. Rodríguez, H. Análisis de los principales impactos de la Tarea Álvaro Reynoso en la empresa azucarera Jesús Rabí de la provincia Matanzas. Tesis en opción al grado científico de maestro en ciencias sociales. Universidad de Matanzas, 2006. 90 pp.

CARACTERIZACIÓN SEROLÓGICA Y MOLECULAR DE LA CEPA 8 INICA DE *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EMPLEADA EN LA BIOFERTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

SEROLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* STRAIN 8 INICA USED IN SUGARCANE BIOFERTILIZATION.

Pérez, J*.[1], San Juan, A.N.[2], Tortora, M L.[3], Vera, L. [3], Casas, M.[1] y La O, M.[1]

1. *Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE, km 21/2. Boyeros. La Habana. Cuba.* juanita@inica.azcuba.cu
2. *Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). UEB Bioprocesos Cuba 10. Mayabeque. Cuba.*
3. *Estación Experimental Agroindustrial Obispo Columbres (EEOC). Tucumán, Argentina.*

RESUMEN

Para evitar el riesgo ecológico que supone su diseminación al ambiente, crece la necesidad de identificar y rastrear los microorganismos presentes en la rizosfera y en el interior de las plantas. Las bacterias del género *Azospirillum* producen efectos beneficiosos en el crecimiento de las plantas y en el rendimiento de los cultivos, debido a sus posibilidades de fijar el nitrógeno atmosférico y de producir sustancias estimuladoras del crecimiento. En Cuba se está utilizando de forma satisfactoria la cepa 8INICA de *Azospirillum* sp., en la biofertilización de la caña de azúcar. La caracterización morfológica y bioquímica de esta cepa, indicó similitud con la especie *A. brasilense.* Por la importancia de esta cepa para la continuidad de los trabajos de biofertilización que se ejecutan en el país, el objetivo del trabajo fue corroborar la identidad de esta cepa mediante el empleo de técnicas inmunológicas y moleculares.
Palabras clave: *Xanthomonas albilineans,* endófitos, antagonismo.

ABSTRACT

Azospirillum is a bacterium that produces growth and yields increments due to its capacity of fix atmospheric nitrogen and to produce phytohormones. In Cuba, the 8 INICA strain of *Azospirillum* sp. has been used successfully in sugarcane biofertilization. The morphological and biochemical characterization of this stain showed similar to the species *A. brasilense*. Molecular and immunoenzymatic techniques were used to confirm the idendity of this strain.
Keywords: *Xanthomonas albilineans,* endohytes, antagonism.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias del género *Azospirillum* producen efectos beneficiosos en el crecimiento de las plantas y en el rendimiento de los cultivos, debido a sus posibilidades de fijar el nitrógeno atmosférico y de producir sustancias estimuladoras del crecimiento. Estos mecanismos pueden ser útiles como método de control biológico y como herramientas para el desarrollo sostenible y sustentable del suelo (1).

En la identificación de las especies de *Azospirillum,* de forma complementaria a la caracterización fenotípica se han utilizado con resultados satisfactorios diferentes técnicas inmunoquímicas, que involucran la reacción de afinidad antígeno-anticuerpo. Entre las se encuentran la aglutinación, inmunofluoresencia, inmunodifusión y ensayos inmunoabsorbentes (2). Además, las técnicas de biología molecular resultan de gran utilidad en la identificación de especies. Entre ellas el polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción del gen 16S del ADNr son los métodos más utilizados por su rapidez, confiabilidad y reproducibilidad (3).

La agricultura a nivel mundial ha buscado alternativas para mejorar la sustentabilidad de la producción de los cultivos con la aplicación de biofertilizantes como una opción para sustituir parcial o totalmente el uso de los fertilizantes químicos (4).

En Cuba se esta utilizando de forma satisfactoria la cepa 8INICA de *Azospirillum*, en la biofertilización de la caña de azúcar. La caracterización morfológica y bioquímica de esta cepa realizada por Pérez y Casas (5), indicó similitud de respuesta con las descripciones del Manual de Clasificación de Bacterias de Berguey´s para la especie *A. brasilense.* Por la importancia de esta cepa para la continuidad de los trabajos que se ejecutan en el país, el objetivo del trabajo fue corroborar la identidad de dicha cepa mediante el empleo de técnicas inmunológicas y moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización serológica

Las cepas utilizadas en el estudio proceden de la Colección de Cultivos Microbianos del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y fueron aisladas, caracterizadas e identificadas como *Azospirillum* spp. en estudios previos. (5). Se emplearon además las cepas patrones *A. brasilense* Sp7 (ATCC 29145) y *A. lipoferum* SpBr17 (ATCC 29709), procedentes del cepario del CNPAB/EMBRAPA de Brasil.

La caracterización serológica de los aislamientos 8INICA, 79INICA y 11INICA, se realizó en comparación con los patrones *A. brasilense* Sp7 y *A. lipoferum* SpBr17 que se utilizaron como inmunógenos en solución salina fisiológica estéril (NaCl 0.85%) en concentraciones crecientes de densidad óptica (0.4, 0.6, 0.8 y 1.0) que se inocularon por vía subcutánea en conejos albinos de aproximadamente 2.0 kg de peso, obtenidos del Centro de Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), a cero, siete, 14 21 y 28 días respectivamente. Los conejos fueron desangrados por punción intracardiaca 10 días después de finalizado el esquema de inmunización y el suero conservado a –20°C.

La titulación de los antisueros frente a sus antígenos homólogos se realizó a través de las técnicas de Inmunoprecipitación (IP) e Inmunodifusión doble (IDD) (6). Las relaciones antigénicas entre las cepas patrones y las cepas incluidas en el estudio se determinaron a través de la técnica de IDD, en placas de agarosa al 1% en solución PBS, las cuales difundieron en cámara húmeda a 37°C durante 48 horas.

Caracterización molecular

Para la caracterización molecular de la cepa cubana de *Azospirillum* 8INICA, se emplearon las cepas argentinas TucH1, TucL2, TucL3 y la cepa de referencia *A. brasilense* Az39 (la más utilizada en Argentina para la formulación de bioproductos), procedentes del cepario de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Columbres (EEOC), Tucumán, Argentina.

La extracción de ADN de cada una de las cepas se realizó con el kit de extracción (Accuprep Genomic DNA kit) a partir de 1ml de cultivo líquido de 48 horas de incubación en medio LB. La PCR se realizó con los cebadores específicos 27f (5´ GAGAGTTTGATCCTGGCTCAG 3´) y 149r (5´ CTACGGCTACCTTGTTACGA 3´) que amplifican un fragmento del gen 16S ADNr. La mezcla de reacción para un volumen final de 25 µl fue la siguiente: 2,5 µl Buffer Taq Pol 10 X, 2 µl MgCl2 25 mM, 1 µl dNTPs 10 mM, 1 µl mezcla de cebadores 27f + 1492r 10 µM, 0,2 µl Taq Polimerasa 500 U (Thermo Scientific), 2 µl ADN molde y 15,3 µl agua miliQ estéril.

Los parámetros para la PCR fueron: un ciclo a 95 ºC (5 min), 55 ºC (1 min) y 72 ºC (2 min); 30 ciclos a 95 ºC (1min), 55 ºC (2 min) y 72 ºC (50 s) y un ciclo final a 72 ºC durante 10 min. Los resultados de la reacción (5 µl) fueron analizados en gel de agarosa 1,5 % teñido con bromuro de etidio (5 µg/ml) utilizando un transiluminador Vilber Lourmat TFX-20M. Las imágenes fueron tomadas utilizando una cámara fotográfica digital (Kodak Digital Science). El análisis de restricción del ADNr 16S amplificado se realizó mediante la digestión de los productos amplificados con la enzima de restricción *Alu*I (Thermo Scientific) según las

recomendaciones del fabricante. La separación de los fragmentos obtenidos se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa 2 %. Las bandas polimórficas se observaron en transiluminador tal como se describió anteriormente.

RESULTADOS

Caracterización serológica

Mediante la técnica de IP se obtuvieron títulos de 1:2048 y 1:1024, así como 1:64 y 1:8 con la IDD para las cepas patrones Sp7 y SpBr17, respectivamente al enfrentarlas con sus antígenos homólogos (tabla I) y se observaron bandas de precipitación debidas a la existencia de determinantes antigénicos entre ellas.

Tabla I. Respuestas del enfrentamiento de los antisueros de las cepas patrones *Azospirillum brasilense* Sp7 (ATCC 29145) y *Azospirillum lipoferum* SpBr17 (ATCC 29709), con las cepas de *Azospirillum* spp. 8INICA, 11INICA y 79INICA.

cepas	As *A.brasielense* Sp7	As *A. lipoferum* SpBr17
Sp7	+++	-
SpBr17	-	+
8INICA	++	+
79INICA	+	++
11INICA	+	-

AS: antisuero, (+) reacción positiva, (-) ausencia de reacción. Cada signo positivo representa a una banda de precipitación.

La completa identificación existente entre el anticuerpo Sp7 y su antígeno homólogo, se corresponde con la presencia de diferentes bandas de precipitación, asociadas a un mayor número de determinantes antigénicos. Todos los aislamientos formaron arcos de precipitación comunes con los anticuerpos de las cepas patrones Sp7 y/o SpBr17, debido a la existencia entre ellas de determinantes antigénicos de origen genérico. Similares resultados fueron obtenidos por Pazos y col. (2) en la caracterización serológica de cepas de *Azospirillum* aisladas de arroz.

Los estudios serológicos de *A. brasilense* y *A. lipoferum* han arrojado, que los anticuerpos policlonales producidos directamente contra la primera, poseen una alta especificidad con bajos niveles de reacciones cruzadas con otras cepas, no así en caso de cepas de *A.lipoferum* (7).

La cepa 8INICA formó dos arcos de precipitación con el antisuero *A. brasilense* Sp7, lo que indica una mayor proximidad antigénica entre ellas, mientras que la 79INICA compartió un mayor número de determinantes antigénicos con el antisuero *A. lipoferum* SpBr17. No se observó identidad entre la cepa 11INICA y el antisuero SpBr17 ya que cuando los microorganismos estudiados poseen varios antígenos comunes forman diversas bandas de precipitación, lo cual facilita la determinación de las relaciones antigénicas entre ellos.

La digestión con la endonucleasa *Alu*I del fragmento de ADNr 18S amplificado generó idénticos perfiles de restricción para las cepas analizadas con respecto al control Az39, lo que permite confirmar la identidad de las mismas como *A. brasilense* (figura 1).

Los estudios moleculares confirmaron los resultados obtenidos por los métodos tradicionales de microbiología y los serológicos, que ubican a la cepa 8INICA dentro de la especie *A. brasilense*.

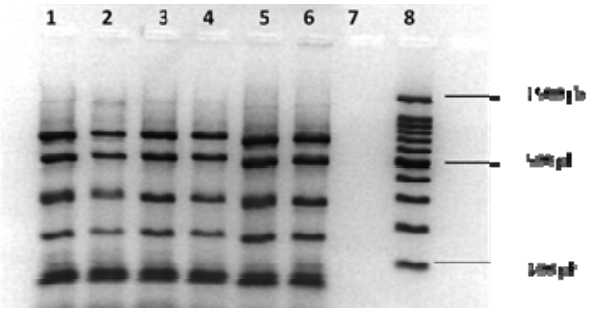


Figura1. Perfiles de restricción del fragmento ADNr 16S amplificado de las cepas: 1 (Az39 cepa de referencia), 2, 3, 4 (cepas argentinas TucH1, TucL2 y TucL3), 5 (Az39), 6 (cepa cubana 8 INICA), 7 (control negativo, mezcla de reacción sin ADN, 8 (patrón de peso molecular 100 pb Promega).

El ADNr 16S además de ser útil para la detección de bacterias, proporciona información útil y rápida sobre su identificación y filogenia mediante la comparación con bases de datos públicas que contienen un amplio número de secuencias bacterianas (3). El análisis de las secuencias de los genes que codifican para las sub unidades 16S, 23S y 53S del RNAr, en particular los genes del 16S RNAr se han convertido en una importante herramienta en la identificación de bacterias (8).

CONCLUSIONES

Se corroboró mediante el empleo de técnicas inmunológicas y moleculares la identidad de la cepa 8-INICA como *A. brasilense,* la cual tiene un amplio uso en la biofertilización de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vital López Lourdes y Mendoza Herrera, Alberto 2014 *Azospirillum:* habitante de las gramíneas. Revista de Divulgación Científica Y Tecnológica de la Universidad Veracruzana. mayo-agosto. Volumen XXVII, No2.
2. Pazos, Mabel; Hernández, Annia; Paneque, M.; Santander, J. L. Caracterización de cepas del género *Azospirillum* aisladas de dos tipos de suelos de la localidad de San Nicolás de Bari Cultivos Tropicales, vol. 21, núm. 3, 2000, pp. 19-23 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
3. Fernández Olmos, Ana; García de la Fuente, Celia; Saéz Nieto, Juan Antonio y Valdezate Ramos, Sylvia. 2010. METODOS DE IDENTIFICACIÓN BACTERIANA EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA. En Procedimientos en Microbiología Clínica. Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Editores: Emilia Cercenado y Rafael Cantón. ISBN-978-84-614-7932-0. 52 pág.
4. Villa-Castro, L.; Mayek-Pérez, N.; García-Olivares, J. G. y Hernández-Mendoza, J. L. 2014. Efecto de la inoculación en maíz con cepas nativas de *Azospirillum* sp. Avances en Investigación Agropecuaria 2014. 18(1): 33-38. Issn 0188789-0.
5. Pérez, J. y Casas, M. (2005). Estudio de la interacción planta-*Azospirillum* en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.). Cultivos Tropicales, Vol 26, No 4: 5-11.
6. Ouchtrlony, O. y Nilsson, P. (1958). Inmunodiffussion and inmunoelectrophoresis. En: Handbook of Experimental Inmunology Inmunochemestry. D. Wein (ed): 655-706.
7. Kirchhof, G., Schoter, M., Aβmus, B. y Hartman, A. (1997). Molecular microbial ecology approaches applied to diazotrophs associated with non-legumes. Soil Biol. Biochem. 29: 852-857.
8. Kanimozhi. K. y Panneerselvam. (2010), A. Studies on molecular characterization of *Azospirillum* spp. isolated from thanjavur district. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology Page: 1209-12109 disponible on line en www.ijabpt.com Volume: I: Issue-3: Nov-Dec -. ISSN 0976-4550.

EPIDEMIA IMPERCEPTIBLE DE *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA
IMPERCEPTIBLE EPIDEMIC OF *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson FROM THE SUGAR CANE IN CUBA

Yosel Pérez Pérez, José R. Pérez Milian, María La O Echevarría y Héctor García Pérez
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, AZCUBA, Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la propagación actual de *Xanthomonas albilineans* en Cuba se realizó un muestreo aleatorio en tres campos de una Unidad Empresarial de Base (UEB) de cada una de las 13 provincias que abarcó 14 cultivares. Los campos se seleccionaron según su rendimiento estimado: <30 ton.ha^{-1}, ÷30-60 ton.ha^{-1} y >60 ton.ha^{-1}. Se determinó la presencia o ausencia de *X. albilineans* según diagnóstico visual y serológico con el empleo del Sistema Ultramicroanalítico (SUMA). Según los síntomas, la enfermedad se detectó únicamente en Las Tunas, Camagüey, Ciego de Ávila y Artemisa con valores bajos, que solo en la penúltima rebasa el 20%, sin embargo con el diagnóstico serológico, se detectó la presencia asintomática en todas las provincias pesquisadas, con 46,1% de las muestras positivas. Este resultado refleja la existencia de una epifitia imperceptible en todo el País y destaca la necesidad de técnicas serológicas o moleculares para la detección temprana del patógeno con el objetivo de tomar las medidas preventivas que sean posibles para evitar riesgos de pérdidas mayores.

Palabras clave: escaldadura foliar, propagación, diagnóstico, epifitia.

ABSTRACT

With the objective of knowing the current propagation of *Xanthomonas albilineans* in Cuba, a random sampling was carried out in three fields of a Base Business Unit (UEB) of each of the 13 provinces that covered 14 cultivars. The fields were selected according to their estimated yield: <30 ton.ha-1, ÷ 30-60 ton.ha-1 and >60 ton.ha-1. The presence or absence of *X. albilineans* was determined according to visual and serological diagnosis using the Ultramicroanalytic System (SUMA). According to the symptoms, the disease was detected only in Las Tunas, Camagüey, Ciego de Ávila and Artemisa with low values, which only in the penultimate exceeds 20%, however with the serological diagnosis, asymptomatic presence was detected in all provinces with 46.1% of the positive samples. This result reflects the existence of an imperceptible epiphyte throughout the country and highlights the need for serological or molecular techniques for the early detection of the pathogen with the aim of taking preventive measures that are possible to avoid risks of major losses.

Key words: leaf scald, propagation, diagnosis, epiphytic

INTRODUCCIÓN

La escaldadura foliar causada por la bacteria *Xanthomonas albilineans (*Ashby) Dowson, es una enfermedad letal de la caña de azúcar que comparada con otras especies del género, exhibe mecanismos distintivos en cuanto a la patogenicidad, ecología y taxonomía; coloniza los haces fibrovasculares de los tallos y hojas, se moviliza sistemáticamente dentro de los tejidos de las plantas y se manifiesta de forma diferente o sus síntomas varían de acuerdo a las condiciones locales (Peretti y col., 2015).

En Cuba se detectó la presencia de síntomas de la enfermedad en siete provincias del país a finales de la década del setenta (Rivera y col., 1979).

Su presencia se asocia a la aparición de rayas largas y estrechas de color blanco, con bordes bien definidos que forman un ángulo agudo con la nervadura central; cuando las condiciones ambientales

son favorables las yemas laterales brotan y pueden morir los tallos o el plantón completo (Garcés, 2003). De acuerdo con diferentes autores, la observación del síntoma no representa la propagación real de la bacteria por lo que el diagnóstico visual es errático (Gutiérrez, 2015).

Este trabajo tiene como objetivo actualizar la propagación actual de la escaldadura foliar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prospección de escaldadura foliar se realizó durante los meses de enero y febrero de 2011, en 13 provincias, igual número de Unidades Empresariales de Base (UEB) de producción de caña de azúcar y abarcó 14 cultivares.

De manera aleatoria se tomaron, 2-3 meses previos a la cosecha, en cada UEB tres campos de diferentes bloques cañeros para un total de 39, siempre con edades superiores a 10 meses, según lo establecido por el Servicio Fitosanitario del INICA (cinco puntos por el método de sobre cerrado (noroeste, noreste, centro, suroeste y sureste del campo; tres tallos en cada punto, 15 tallos por campo). Los campos se seleccionaron según rendimiento estimado: menos de 30 ton.ha^{-1}, entre 30-60 ton.ha^{-1} y más de 60 ton.ha^{-1}, todos en condiciones de secano.

Los puntos de las esquinas de los campos se ubicaron en el décimo surco, contado desde el borde lateral más cercano y a 10 m de cada borde frontal; el del medio en la zona más próxima al centro.

En cada muestra se determinó la presencia o ausencia de *X. albilineans* según diagnóstico visual de acuerdo a los síntomas característicos de la enfermedad. Cuando al menos una de las muestras resultó positiva, se consideró presente la enfermedad en el campo muestreado. También fue corroborada la presencia de la bacteria mediante diagnóstico serológico con el empleo del Sistema Ultramicroanalítico (SUMA), para lo cual se tomó la hoja +3, según nomenclatura de Kuijper, de cada tallo de la muestra y se utilizó el juego comercial "AGDIA" específico para ***X. albilineans*** (Zardón y col., 2011); cada prueba fue evaluada por triplicado. Los controles negativos utilizados fueron los provistos por el fabricante, mientras que el diagnóstico molecular por la Reacción en Cadena de la Polimerasa (RCP) se usó como control positivo.

Aislados de la bacteria endófita ***Gluconacetobactter diazotrophicus***, muy frecuente en los tallos de caña de azúcar en Cuba (Rojas et al., 2012) fueron utilizados como controles negativos para excluir reacciones cruzadas con el anticuerpo ***X. albilineans***.

La proporción de seropositivos sobre el total de muestras se consideró tasa de infección de ***X. albilineans*** tanto en provincias como en cultivares. La encuesta consideró 525 muestras en 348,10 ha y 14 cultivares

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al diagnóstico visual según los síntomas, la enfermedad se detectó distribuida en Cuba únicamente en las provincias Las Tunas, Camagüey, Ciego de Ávila y Artemisa con valores bajos, que solo en la penúltima rebasa el 20% (Figura 1); resultados que contrastan de manera significativa con el diagnóstico serológico, que detectó la presencia asintomática de *X. albilineans* en todas las provincias pesquisadas, con 46,1% de las muestras positivas.

Los mayores porcentajes de muestras positivas se obtuvieron en Ciego de Ávila (100%) y Guantánamo (96,7%), así como en Camagüey, Granma y Mayabeque con más de 50%.

Solo los cultivares C132-81 y C85-102 en las provincias Artemisa y Mayabeque no se reportaron con la presencia de la bacteria, los 12 restantes se afectaron en alguna medida, de manera significativa C88-380 y C90-317 con el total de muestras positivas, mientras que C86-56 y C86-531 con 13,3 y 20% respectivamente fueron las de más bajos porcentajes de infección (Figura 2).

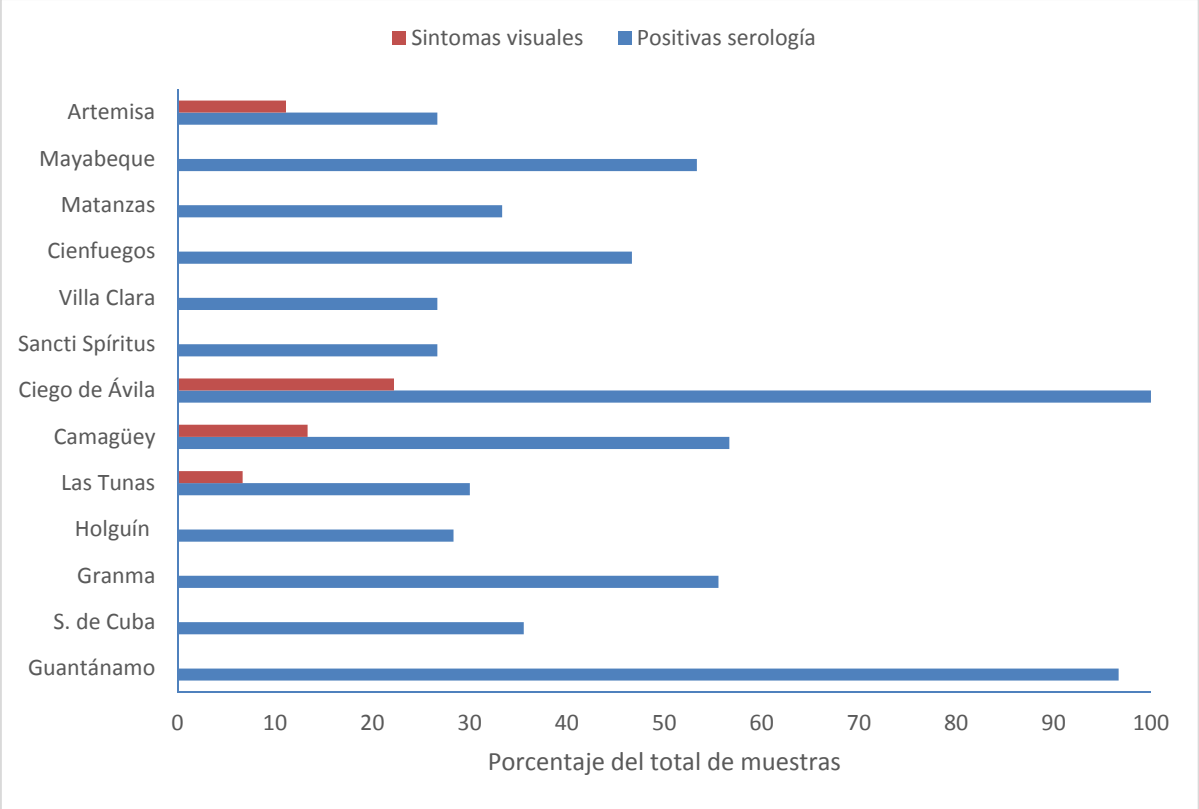


Figura 1. Distribución de *X. albilineans* en el territorio nacional

Igualmente resultó evidente la baja coincidencia entre la expresión de los síntomas y la presencia de la bacteria, resultados que coinciden con los reportados en Brasil por Seiití y Zavoglias (2012), quienes al comparar el método microbiológico tradicional de aislamiento de la bacteria con la detección molecular a través de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (RCP) señalaron que las plantas asintomáticas eran una de las principales fuentes de propagación del patógeno. En Guatemala, Molina y col., (2016), encontraron que el diagnóstico de *X. albilineans* es más efectivo con el empleo del método serológico DBIA (dot blot immunoassay) que el diagnóstico visual.

Solo tres campos no se confirmaron infectados por la escaldadura foliar, por lo que puede considerarse que ***X. albilineans*** está presente en 328,55 ha que representan 94,4% del área encuestada. El sistema nacional de vigilancia fitosanitaria, basado sólo en el diagnóstico visual, determinó que hasta el periodo 2004-2005, las áreas con síntomas de escaldadura permanecieron por debajo de 1,50% del área nacional. Actualmente se asume este valor como la propagación de la enfermedad en el país (Rodríguez y col., 2008).

En la literatura se expresan diferentes conceptos de epidemia (epifitia), presentándola muchos autores como la ocurrencia de una enfermedad de manera devastadora, sin embargo esta idea se basa en la percepción de una fase de esta, aquella donde el efecto se percibe visualmente. Recientemente se ha reportado que la presencia asintomática de *X. albilineans* en los tallos de la caña de azúcar afecta el rendimiento azucarero de los mismos (Pérez y col., 2016), por lo que la situación actual de la bacteria en Cuba constituye una "**epifitia imperceptible"** para este extendido cultivo. Según Mora Aguilera (2015), ***"llegar temprano"*** a caracterizar una epidemia (epifitia) permitiría operar eficientemente el principio de **prevención**, mientras que ***"llegar tarde"*** conlleva a la aplicación directa del principio de **protección o control**.

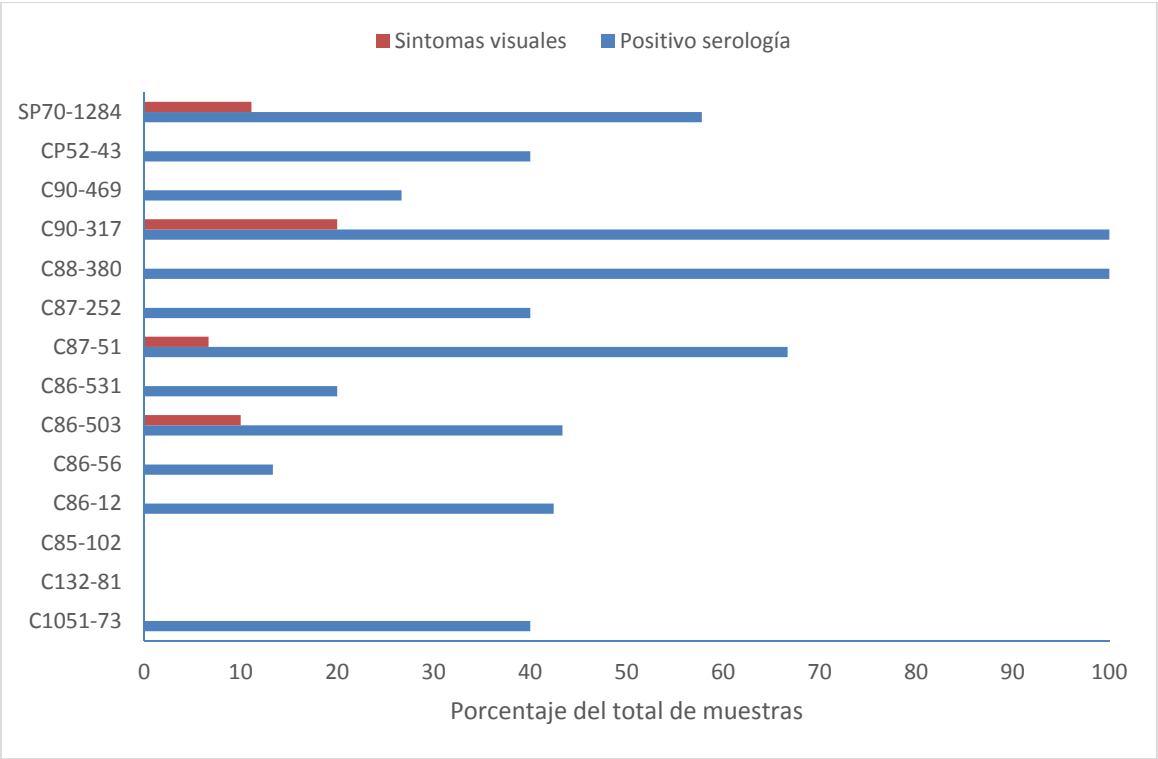


Figura 2. Comportamiento de los cultivares encuestados ante de *X. albilineans*

CONCLUSIONES

1. Los síntomas de la escaldadura foliar solo se observaron en el 46,1 de las de las muestras analizadas, sin embargo la presencia de la bacteria se detectó por serología en el 96,7 de las provincias
2. La propagación generalizada de *X. albilineans* en la caña de azúcar en Cuba demuestra la existencia de una epifitia imperceptible del patógeno.
3. Se recomienda el empleo de técnicas serológicas o moleculares para la detección temprana, asintomática, de la escaldadura foliar con el objetivo de tomar las medidas que sean posibles para evitar su propagación e y minimizar el impacto negativo sobre el rendimiento azucarero.

REFERENCIAS

1. Peretti, I., Pesic, A., Petras, D., Royer, M., Sussmuth, R. D., Cociancich, S. (2015): ʖWhat makes Xanthomonas albilineans unique amongst Xanthomonadsʔ Frontiers in Plant Sciences. V. 6, p. 1-7

2. Rivera, N.; Hevesi, Mary.; Stefanova, Marucia y Albornoz, A. (1979).Dos nuevas enfermedades bacterianas en Caña de Azúcar en Cuba. Primera Jornada Científica de Sanidad Vegetal, p. 25-31.

3. Gutiérrez Viveros, A. F. (2014): Detection and quantification of *Xanthomonas albilineans* in sugarcane tissues with quantitative polymerase chain reaction and evaluation as methodology for monitoring resistance. Thesis of Master Science. Department of Plant Pathology and Crop Physiology, Louisiana University, 54 pp.

4. Garcés, F. F. (2003). Manejo preventivo de los principales problemas fitopatológicos de la Caña de Azúcar en Ecuador. Memorias de la reunión sobre el cultivo de la Caña de Azúcar en Ecuador. Guayaquil, p. 47-74.

5. Zardón, M.A., Gallo, A., Mesa, J. M., Arencibia, A., Zamora, L., Martínez, Y., Sautié, M., Casas, M., La O, M. (2012): "Detección de infecciones mixtas en genotipos de caña de azúcar en Cuba", Prot. Veg., 27(2): 77-84.

6. Rojas, M., Manzano, J., Heydrich, M: (2012): Aislamiento e identificación de *Gluconacetobacter diazotrophicus* a partir de variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba. Revista Cubana de Ciencias Biológicas. vol.1, n. 1 (Abstract) *ISSN:* 2307-695X. *RNPS: 2362*

7. Molina, L., Ovalle, W., Peiró, R., López, C. and Gisbert, C. (2016): *Xanthomonas albilineans* and Sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) in Guatemala: assessment of methodologies for sanitation of infected sugarcane material. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists, v. 29: 1220-1223.

8. Rodríguez, M., Rodríguez, E., Alfonso, E. y col. (2008). Experiencia cubana en un sistema para el Manejo Integrado de Plagas en la Caña de Azúcar. *ATAC* 1, 17-23.

9. Pérez P., Y., Pérez Milian, J. R., La O Echevarría, M. y Pellón, Y. (2016): Sugarcane leaf scald: symptom expression in relation to sucrose content and pathogen population density in the juice of infected stalks. Proc. of the Intern. Society of Sug. Cane Technol., v.29: 1598-1601.

10. Mora Aguilera, G. (2015): Bases de estudios epidemiológicos para el manejo de patosistemas agrícolas. Taller Intern. Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para el Manejo de Plagas. En "Fundamentos y Aplicaciones en Patosistemas Agrícolas" Colegio de Posgraduados, Montecillo, México, 35pp.

CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA ANTE LA ENFERMEDAD DE LA ROYA (*P. melanocephal*a H y P Sidow) y EL CARBÓN (*S. scitaminea*) DE LA CAÑA DE AZÚCAR

GERMOPLASM'S CHARACTERIZATION IN FRONT OF THE DISEASE OF RUST (*P. melanocephal*a H y P Sidow) AND THE SMUT (*S. scitaminea*) OF SUGAR CANE

Solís[1], A; Cruz[1], R; Escobar[1], R; Rodríguez[1], J; Mendoza[1], M

1 ***Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA). Guaro, Mayarí, Holguín, Cuba. CP 84300. Telf.: 336286, 596262 y 596209. e. mail: maydalin.molina@hlg.jovenclub.cu***

RESUMEN

Los estudios se realizaron en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín, en las localidades de Guaro y Cristino Naranjo, con la finalidad de evaluar la roya y el carbón en el germoplasma de la caña de azúcar y definir el comportamiento de los progenitores que se utilizan en el mejoramiento de este cultivo. Los resultados revelaron la existencia de una elevada variabilidad de los individuos a la resistencia a ambas enfermedades, aún no explotada totalmente. También se encontró una limitada resistencia a la enfermedad del carbón y adecuada para la roya, en la que se destaca además la pobre presencia de individuos con resistencia combinada a ambas patologías. Por lo que se recomienda manejar los progenitores de la colección de germoplasma, de forma conveniente, en los programas de mejora de la resistencia, que posibilite la obtención de variedades superiores.
Palabras Clave: caña de azúcar, germoplasma, roya, carbón

ABSTRACT

The studies came true at Investigation's Provincial Station of the Sugar Cane of Holguín, at the localities of Guaro and Cristino Naranjo, with the purpose to evaluate the rust and the smut in the germoplasm of sugar cane and to define the behavior of the progenitors that are utilized in the improvement of this cultivation. The results revealed the existence of a lofty variability of the individuals in the resistance to both diseases, not yet exploded totally. Also you found a limited resistance to the disease of smut and adequate for rust, in the one that the poor person highlights herself besides witness of individuals with combined resistance both pathologies. What you recommend to the progenitors of germoplasm's collection that make possible the obtaining of superior varieties, of convenient form, in resistance's improving programs drive for.
Keys words: sugar cane, germplasm, rust, smut

INTRODUCCIÓN

Al igual que en otros cultivos en la Caña de Azúcar existen algunos factores que pueden interferir en el normal desarrollo de la planta, tales como las plagas y enfermedades, que pueden limitar su producción. En cuanto a las enfermedades, las que mayor importancia tienen son el carbón de la caña de azúcar y la roya común., estas enfermedades se han presentado como una de las principales limitantes para la producción azucarera mundial (1). En Cuba el periodo de sustitución de las variedades ha ido decreciendo a medida que han aparecido nuevas enfermedades (2).

Por tales motivos la búsqueda de nuevas variedades que respondan a las circunstancias edafoclimáticas y fitopatológicas que afectan continuamente el potencial agroproductivo, condiciona la necesidad de contar con una colección de germoplasma amplia, diversa y bien caracterizada a las principales enfermedades, que permita tomar en cada momento las decisiones mejores para solucionar o atenuar los efectos negativos producidos. Este trabajo se ha propuesto como objetivo la caracterización del germoplasma ante la enfermedad de la roya y el carbón de la caña de azúcar.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, en las localidades de Guaro y Cristino Naranjo, en la provincia Holguín, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Para alcanzar los objetivos propuestos se efectuó un experimento en la localidad de Guaro para la evaluación de la resistencia a la roya y el otro en Cristino Naranjo, con el fin de evaluar la resistencia al carbón, siguiendo las normas y procedimientos del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba (3).

Composición de la muestra en estudio

Categoría Taxonómica	Muestra	%	Categoría Taxonómica	Muestra	%
Formas Originales			Híbridos		
Saccharum officinarum	92	61,74	F1 de *S. robustum*	33	66,00
Saccharum robustum	7	53,85	BC1 de *S. sinense*	3	5,88
Saccharum sinense	11	61,11	BC1 de *S. spontaneum*	60	75,95
Híbridos			BC1 de *S. robustum*	9	64,29
F1 de *S. sinense*	21	61,76	Híbridos Altamente Mejorados	703	58,00
F1 de *S. spontaneum*	54	80,60	Total	993	--

Se determinaron los estadígrafos de tendencia central y dispersión más importantes, con la finalidad de comparar y caracterizar las formas e híbridos que componen la colección de germoplasma.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se presentan los resultados en relación con el comportamiento del Complejo ***Saccharum*** a las enfermedades de la roya y el carbón de la caña de azúcar. Las especies ***S. officinarum*** y ***S. robustum*** exhiben las más altas medias al carbón, mientras la ***S. sinense*** se comporta resistente, con una alta frecuencia en los grados inferiores de la escala entre los miembros de su población.

Tabla I - Tendencia de las características roya y carbón de la caña de azúcar del complejo Saccharum.

Especies	Caracteres	Media	Varianza	CV	Moda	Máximo	Mínimo
Saccharum officinarum	CIR	7.75	8.52	39.71	9.00	9.00	0.00
	RFI	2.95	0.87	31.58	2.00	5.00	2.00
Saccharum robustum	CIR	7.86	8.57	40.18	9.00	9.00	2.00
	RFI	2.29	0.24	21.35	2.00	3.00	2.00
Saccharum sinense	CIR	5.90	8.27	51.49	2.00	9.00	1.00
	RFI	2.92	0.81	30.87	2.00	4.00	2.00

CIR, Carbón por inoculación artificial en prueba de resistencia; RFI, Roya en fondo de infección

En la ***S. Officinarum*** y ***S. robustum*** predomina la reacción susceptible con valores que están por encima del 60% del total de la población, no obstante puede considerarse que existe un margen de resistencia importante a esta enfermedad en las formas originales de la colección de germoplasma (4). Con respecto a la enfermedad de la roya, la situación es diferente, pues en general, la población exhibe una amplia resistencia y una gran heterogeneidad a esta patología, sobresaliendo la especie ***S. robustum*** por sus bajos valores medios y ausencia de individuos con reacciones susceptibles.

Las características del carbón y la roya de la caña de azúcar para los híbridos en distintos estadios de avance generacional aparecen en la tabla 2. En la enfermedad del carbón, los valores medios más altos correspondieron a los grupos de individuos F1 de ***S. spontaneum*** y ***S. robustum***, encontrándose la mayor

resistencia en los híbridos BC1 de ***S. sinense*** y ***S. robustum***. Los valores más bajos se observaron cuando los individuos fueron evaluados en condiciones naturales, en comparación con el empleo de la inoculación artificial, lo que pone en evidencia la existencia de un cierto mecanismo de resistencia mecánica, determinado por la presencia de las escamas en las yemas, las cuales constituyen barreras para la infección por **S. *scitaminea***. La mayor variabilidad de la enfermedad correspondió a la evaluación en condiciones naturales o cuando fueron sometidos a prueba de Screening, con muestras pequeñas.

Tabla II – Tendencia de la roya y carbón de los genotipos en distintos estadios de avance generacional.

Especies	Caracteres	Media	Varianza	CV	Moda	Máximo	Mínimo
F_1 de S. sinense	CIR	7.48	7.13	37.38	9.00	9.00	2.00
	RFI	2.76	1.09	37.81	2.00	5.00	2.00
F_1 de S. spontaneum	CIR	8.80	5.16	27.62	9.00	9.00	0.00
	RFI	2.41	0.55	30.75	2.00	5.00	2.00
F_1 de S. robustum	CIR	8.36	5.12	28.50	9.00	9.00	1.00
	RFI	2.67	0.92	35.90	1.00	5.00	2.00
Bc_1 de S. sinense	CIR	5.00	16.00	80.00	5.00	8.00	0.00
	RFI	3.00	1.00	33.33	2.00	4.00	2.00
Bc_1 de S. spontaneum	CIR	7.93	5.97	32.16	9.00	9.00	1.00
	RFI	3.15	0.98	31.38	3.00	5.00	2.00
Bc_1 de S. robustum	CIR	7.44	7.86	39.43	9.00	9.00	0.00
	RFI	3.33	2.00	42.43	2.00	5.00	2.00
Híbridos Altamente Mejorados	CIR	7.58	6.96	36.48	9.00	9.00	0.00
	RFI	3.27	1.19	33.41	2.00	5.00	2.00

CIR, Carbón por inoculación artificial en prueba de resistencia; RFI, Roya en fondo de infección

En cuanto a la roya, se observó un aumento de los valores medios en los híbridos más nobilizados, en comparación con los individuos en fase F1. Los híbridos BC1 de ***S. robustum*** presentaron el valor medio más alto, mientras la mayor resistencia era reportada para los individuos F1 de ***S. spontaneum***. En general, se encontró, en los híbridos en distintos estadíos de avance generacional, un alto potencial de resistencia a la roya con más del 50% de los individuos F1 resistentes y entre el 31% y el 45% de los híbridos en los grupos más nobilizados. Sin embargo, en el carbón, el potencial de resistencia presentado por estos grupos taxonómicos fue bajo, resultados que coinciden con los reportados, para estas condiciones (4).

En la población se presenta una baja coincidencia en la resistencia a la roya y el carbón de la caña de azúcar en el complejo ***Saccharum*** (tabla 3) y en los híbridos en distintos estadios de avance generacional, con sólo un 8,18 % y 6,6 % de individuos que combinan adecuadamente genes de resistencia a ambas enfermedades, siendo la especie ***S. sinense*** la de mayor cantidad de individuos con esta tendencia. La resistencia a la roya se encontró, fundamentalmente, en un grupo de individuos que combinan susceptibilidad al carbón, mientras la resistencia al carbón aparece en individuos intermedios o susceptibles a la enfermedad de la roya. Los individuos doblemente susceptibles alcanzaron un 24,26 % en los híbridos en distintos estadios de avance generacional, tendencia mucho mayor a la encontrada en los representantes del complejo ***Saccharum.***

En general, los resultados muestran cuan escasos son los progenitores doblemente resistentes y el grado tan alto en que ésta se encuentra desfavorablemente combinada, aspecto desventajoso al desenvolvimiento adecuado del proceso de mejora genética del cultivo. En este sentido, se ha reportado por algunos autores (5) que el incremento de la resistencia de los progenitores proporciona una disminución de individuos infestados en la descendencia.

Tabla III - Coincidencia en la reacción de resistencia a la roya y el carbón.

Especies	Nº Ind.	Coincidencia en %								
		RR	RI	RS	IR	II	IS	SR	SI	SS
S. officinarum	92	5.43	0.0	32.61	8.69	5.43	22.83	7.61	3.26	14.13
S. robustum	7	14.29	0.0	57.14	14.3	0.0	14.29	0.0	0.0	0.0
S. sinense	11	27.27	9.09	0.0	9.09	0.0	18.18	9.09	9.09	18.18
Totales	**110**	**8.18**	**0.91**	**30.91**	**9.09**	**4.55**	**21.82**	**7.27**	**3.64**	**13.64**
F_1 de S. sinense	21	19.05	4.76	33.33	9.52	0.0	9.52	0.0	0.0	23.81
F_1 de S. spontaneum	54	5.56	1.85	64.81	3.70	1.85	11.11	1.85	0.0	9.26
F_1 de S. robustum	32	9.38	0.0	50.00	3.13	3.13	12.50	3.13	3.13	15.63
Bc_1 de S. spontaneum	60	6.67	1.67	23.33	1.67	8.33	21.67	8.33	6.67	21.67
Bc_1 de S. robustum	9	11.11	11.11	22.22	0.0	0.0	11.11	11.11	0.0	33.33
H.alt. Mejorador	702	6.12	413	22.08	5.98	3.99	15.67	10.11	5.98	25.93
Totales	**878**	**6.61**	**3.76**	**26.08**	**5.47**	**3.99**	**15.49**	**8.99**	**5.35**	**24.26**

Roya x Carbón R, resistente; I, intermedio; S, susceptible

También se pudo apreciar que los genes de resistencia se encontraron dispersos por todos los grupos, de modo que para transmitir la resistencia necesaria a los híbridos, durante la ejecución del programa de mejora, es indispensable seleccionar adecuadamente los progenitores a emplear (5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados revelaron la existencia de una elevada variabilidad para los caracteres de resistencia a la roya y el carbón de la caña de azúcar, aún no explotada totalmente.
2. En la resistencia de los individuos a la roya y el carbón de la caña de azúcar se observó:

- Adecuada resistencia a la roya y pobre resistencia al carbón
- Escasa resistencia combinada a la roya y el carbón de la caña de azúcar en los individuos.
- La resistencia a la roya se encontró, fundamentalmente, en individuos susceptibles al carbón.
- La resistencia al carbón apareció, más frecuentemente, en individuos intermedios o susceptibles a la roya.

3. Manejar adecuadamente los progenitores recomendados, en los programas de mejora de la resistencia a la roya y el carbón de la caña de azúcar, que posibilite la obtención de variedades superiores.

REFERENCIAS

1. Fiallo, F. Reacción de 100 variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum) del banco de germoplasma del cincae, al carbón (Ustílago scitaminea Sydow), roya (Puccinia melanocephala Sydow) y mosaico (Sugarcane mosaic virus) en la zona del cantón el triunfo. [Correo electrónico]. Rep. Ecuador, 2010-09-14, 75pp.: http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11994. [2016-02-11].
2. Rill, S. et al. C00-575 nueva variedad de caña de azúcar con alto potencial productivo. Rev. Cuba y Caña, 2014, 1: 7-11.
3. INICA (2011). Normas y procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba, 2011, 325pp.
4. Freeman, J. et. al. Comportamiento del germoplasma de la caña de azúcar de la República de Cuba ante las enfermedades roya y carbón. Resumen V Jornada Científica INICA: 78, 1994.
5. Cruz, R. Evaluación de progenitores de caña de azúcar (Saccharum spp.) a partir de la caracterización de sus progenies en las etapas iniciales de selección./ R. Cruz; R. Ortiz, tutor./ Tesis en opción al grado Dr. en Ciencias Agrícolas./. 66p., 1994.

PRONOSTICOS DEL RENDIMIENTO AZUCARERO EN CUBA

SUGAR YIELD PROGNOSTIC IN CUBA

González, M.[1]*; González, A.N.[2]; Vera, A.[2]; González, R.M[2]; Casanova, E.[2]; Gálvez, G.[2]; Betancourt, G.[2]; Sieiro, G.L.[2]; Torres, D.[2]

1.- Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque-Artemisa. Central Pablo Noriega. Quivicán. Cuba
2.- Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km 11/2 Carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba. CP10800
martha.gonzalez@inicamy.azcuba.cu

RESUMEN

Se desarrolló una investigación en 56 ingenios que molieron en Cuba en el período comprendido entre 2001 y 2013, la cual abarcó 13 Empresas Azucareras del país; con el objetivo de estimar los rendimientos azucareros del cultivo de la caña de azúcar, mediante la validación de modelos estadísticos matemáticos capaces de ofrecer pronósticos de este importante indicador agroindustrial. Para ello, se emplearon Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (AFCM), de Correlación y de Regresión Múltiple. Se obtuvieron cuatro modelos con altos coeficientes de correlación (r), de determinación (R^2) y facilidades para trabajar en la práctica productiva. Se recomienda el modelo 4, como el de mejor ajuste y más confiable por sus parámetros estadísticos, para ser usado en cuestiones de pronósticos de rendimientos.

Palabras claves: Modelos, pronósticos, caña de azúcar, rendimientos y azucareros

ABSTRACT

A research in 56 Sugar Mills during 2001 to 2013 period and 13 Sugar Co. of the country, to estimate sugar yields of sugarcane plantations by the validation of statistic-mathematic models able to offer prognostic of this important agro-industrial indicator was carried out. Multiple Factorial of Correspondences (MFC), Correlation (r) and Multiple Regression Analysis were done; four models with high correlation and determination coefficients, as well as facilities to work with this model in the productive practice were obtained. Model number 4 is recommended as the best adjust and more confinable, by its statistic parameters to be used for yields prognostic is recommended.

Key words: Models prognostic, sugar cane, sugar yield

INTRODUCCIÓN

La calidad agrícola de la caña de azúcar, ha variado a través de los años como es de esperar, para cualquier materia prima que participe en un proceso tecnológico que ha evolucionado con el tiempo y los cambios climáticos. Por tanto, en la fabricación de azúcar, los parámetros que más interesan van a ser aquellos que tengan alguna incidencia en el proceso industrial (Rein, 1975; Rein, 2007 y Casanova, 2013).

La extracción de azúcar en la fábrica depende de la calidad tecnológica de la materia prima que se entrega al ingenio a partir de una cosecha eficiente y de la eficiencia industrial. Consecuentemente el pago de la caña se realiza basado en el contenido de sacarosa y entonces, se habla de azúcar recuperable de la caña, que toma en consideración el contenido de sacarosa en la caña y las pérdidas de ésta en el proceso de producción de azúcar. En Cuba se le llama Rendimiento Potencial de la Caña o RPC (ICIDCA, 2013 y Alfonso *et al.,* 2013).

Es motivo de preocupación de directivos y técnicos conocer con anterioridad la caña de que disponen para moler en la siguiente zafra y la posible azúcar a fabricar con ella, con cierta eficiencia agroindustrial. Esto es básico en materias de planificación y dirección, razones por las que se le confiere importancia táctica y estratégica en la ingeniería del proceso.

Es objetivo de este trabajo estimar los rendimientos azucareros de la caña de azúcar mediante la validación de modelos estadísticos matemáticos capaces de ofrecer pronósticos para ser empleados en el desarrollo del proceso agroindustrial de fabricación de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una investigación en el sector azucarero de Cuba que abarcó a la provincia de Las Tunas, donde se analizó la información de las variables de producción agroindustrial de las zafras, contenida en las estadísticas azucareras, la cual fue aportada por la Oficina del Departamento de Zafra de la Empresa Azucarera y de 13empresas más, cuya información fue compilada por la Sala de Análisis Nacional del Grupo Azucarero AZCUBA, referida a las zafras desarrolladas entre los años 2001 y 2013, es decir en un período de 12 años.

La base de datos obtenida fue clasificada en grupos de variables: I. De clima; II. De suelo; III. De rendimiento o de manejo y cosecha y IV. De producción agroindustrial. Sobre las mismas se aplicó un Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (Gowers, 1967 y Linares, 1986) y se usaron métodos de Análisis de Correlación y Regresión Múltiple (Lerch, 1977 y Linares, 1990).

Los cuatro modelos estadístico matemáticos que resultaron de los Análisis de Regresión Múltiple se utilizaron para la modelación del rendimiento azucarero en 56 ingenios que molieron en Cuba en el período de 2001 a 2013. Para ello, se realizó un pronóstico de rendimiento azucarero que fue comparado con el rendimiento base 96%, reportado para cada año que entró en este intervalo de tiempo de molida.

RESULTADOS

Relaciones principales entre las variables de producción agroindustrial

El Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (AFCM), permitió establecer las principales relaciones entre el grupo de variables de producción, eficiencia, organización y rendimientos de los ingenios azucareros, donde se encontró:

Primero: el rendimiento industrial, porcentaje de Pol en caña y el porcentaje de variedades azucareras de la agricultura cañera están directamente relacionados.

Segundo: de forma inversa se presenta la relación entre el recobrado industrial, la duración de la zafra y las pérdidas totales del proceso fabril, cuestión lógica, pues en la medida que las zafras se alargan, es preciso adelantar su fecha de inicio y atrasar su terminación, con la implicación de la molida de una materia prima de características no favorables, las causas de tal fenómeno son: falta de madurez, deterioro agrícola y de los jugos por edad o factores ambientales, bajos rendimientos, etc.

Tercero: se demuestra que la producción de azúcar de una fábrica está en dependencia de una armoniosa coordinación entre sus dos partes componentes (agricultura e industria); si ambos funcionan bien el proceso marcha, pero si no se organiza, éstos pueden actuar negativamente y el resultado, entonces, es malo; tal y como ha sido reportado por Rein (2007) y Navarro y Rostgaard (2013).

Relaciones de dependencia de los rendimientos azucareros

El Análisis de Regresión paso a paso, empleando el método progresivo de introducción de variables en la ecuación de regresión, ofreció cuatro ecuaciones para estimar el rendimiento azucarero (Tabla I).

Tabla I. Ecuaciones de regresión y su ajuste para el pronóstico del rendimiento azucarero

No.	***Modelo Estadístico.***	***Coeficiente r***	***Coeficiente R ^{2}***
1.-	***Y =0.6972+0.9434(PCI)***	**0.9580****	**0.9097**
2.-	***Y =2.2528+0.8628(PCI)-0.1252(PPT)***	**0.9989****	**0.9979**
3.-	***Y =2.1302+0.8626(PCI)-0.1246(PPT)+0.00001(PTZ)***	**0.9991****	**0.9981**
4.-	***Y =3.0582+0.8630(PCI)-0.2232(PPT)+0.0026(PPT) ^{2}***	**0.9992****	**0.9983**
Leyenda: PCI. Porcentaje de Pol en caña que entra a la industria. PTZ. Porcentaje de pérdidas totales de la industria. PTZ. Precipitaciones totales del período de zafra			

Estas ecuaciones demuestran que el rendimiento azucarero de los ingenios de esta provincia, en el período estudiado, estuvo determinado por el porcentaje de Pol en caña que entro a la industria y el porcentaje de pérdidas totales de la misma, lo que corrobora, los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple y el reporte de los autores mencionados anteriormente.

De los rendimientos estimados por las cuatro ecuaciones, se demostró por Análisis de Correlación Múltiple que el mejor ajuste a la situación real o sea con el rendimiento base 96%, se pudo lograr con la ecuación 4 (R^2 = 0.9983), aunque la ecuación 2 (R^2 = 0.9979) y la ecuación 3 (R^2 = 0.9981), también muestran un buen resultado y facilidades para trabajar con ellas en la práctica productiva, por la sencillez de su construcción y sus buenos parámetros estadístico-matemáticos.

Validación de las ecuaciones de regresión múltiple para los pronósticos del rendimiento azucarero. Modelos estadístico matemáticos para estimar los rendimientos azucareros

Se validaron las ecuaciones presentadas: Modelos 1, 2, 3 y 4, que aparecen expuestas en la tabla anterior, todos los modelos relacionados mostraron coeficientes de regresión altamente significativos y altos coeficientes de determinación, razones estas por lo que debemos esperar con ellos, buenos ajustes con el proceso estudiado y aceptables pronósticos del mismo (González, 1995).

Los resultados de la evaluación del Modelo 4. ***Y = 3.0582 + 0.8630 (Pol en Caña que entra a la Industria) - 0.2232 (Porcentaje de Pérdidas Totales) + 0.0026 (Porcentaje de Pérdidas Totales)2*** se muestra en la Figura I.

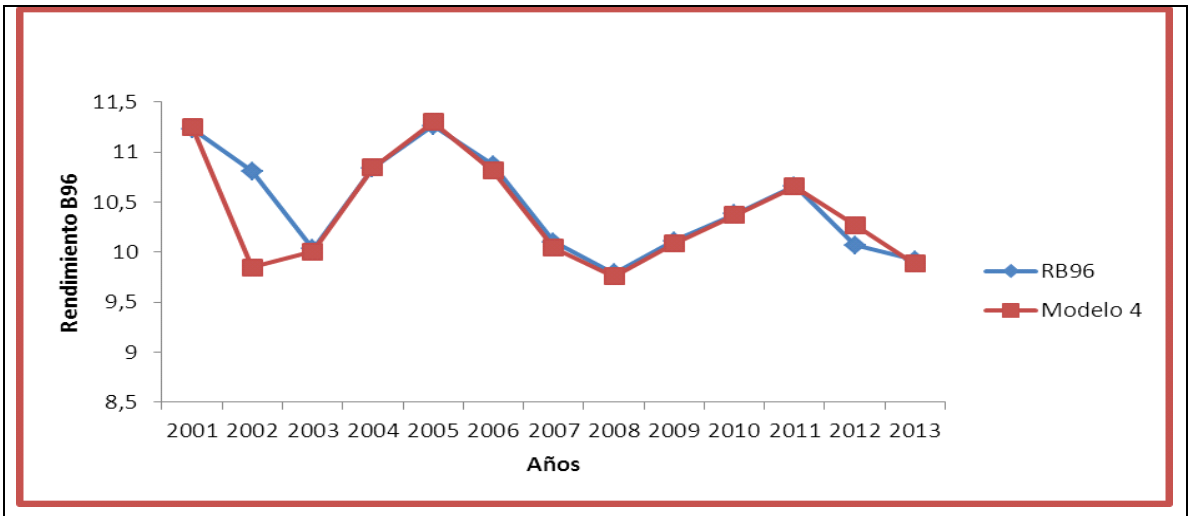


Figura I. Comportamiento del Modelo 4 respecto al Rendimiento Base 96% reportado en los ingenios en producción en Cuba desde 2001 hasta 2013

Aquí puede observarse el buen ajuste que se obtuvo al comparar el pronóstico ofrecido por el modelo 4 y el rendimiento azucarero base 96%, reportado en realidad por los 56 ingenios que molieron en Cuba en el período de 2001 a 2013, el cual estuvo siempre por encima del 90%. Vale señalar la diferencia que se observa en el modelo 4 con respecto a sus similares de la Tabla I, pues muestra los más altos coeficientes de regresión y de determinación de todos los involucrados de este estudio.

Esto índica, si tenemos en cuenta los niveles de ajuste de los modelos validados, así como sus parámetros estadísticos, que puede emplearse cualquiera de los cuatro como un buen estimador del rendimiento azucarero de un ingenio, antes de comenzar la zafra, aunque con fines de metodologías y de implementación de sistemas de trabajo, resulte necesario escoger uno de ellos. En este caso el escogido sería el modelo 4.

El rendimiento estimado de esta forma, puede ser considerado como rendimiento máximo que depende en gran medida de las condiciones climáticas del año y de las características del proceso productivo, por tanto, a la media de esas condiciones climáticas le corresponde también una media de rendimiento máximo o rendimiento potencial de la localidad considerada.

En Cuba, hasta el presente, no se dispone de modelos estadístico matemáticos destinados a la estimación de los rendimientos azucareros del cultivo de la caña de azúcar. Esto no significa que no se hayan realizado múltiples intentos en este sentido con más menos aciertos y deficiencias, pero el caso real es que hasta hoy no se utiliza una modelación a tales efectos y se sigue estimando y pronosticando por otros métodos convencionales.

CONCLUSIONES

Se han definido ecuaciones que permiten pronosticar el rendimiento azucarero base 96%, teniendo en cuenta la Pol en caña que entra a la industria y las pérdidas totales estimadas para un ingenio, las cuales pueden emplearse también para ir fiscalizando su comportamiento a través de la zafra, mediante diferentes indicadores de calidad. Se recomienda el empleo de los modelos obtenidos en este estudio para realizar pronósticos del rendimiento azucarero del cultivo de la caña de azúcar en un ingenio azucarero antes del inicio de la zafra o durante el desarrollo de la misma y continuar profundizando en el estudio de esta temática.

REFERENCIAS

1. Rein P. W: Statistical analysis of the effect of cane quality on extraction performance.Procc. SASTA. Junio- Julio: 43-48. 1975.
2. Rein, P. W: Cane Sugar Engineering. Verlag. Dr. Albert Gartens KG, Berlin. 2007.
3. Casanova. E: Evaluación de la calidad de la materia prima para el proceso de fabricación de azúcar en Cuba (Comunicación Personal). 2013.
4. ICIDCA: Relación calidad materia prima, proceso tecnológico y de los productos finales. Dirección de Tecnología Azucarera y Energía. Habana: 20 p. 2013.
5. Marlen de la C. Alfonso Lorenzo y Ramón Consuegra del Rey: Acerca del contenido de materias extrañas en la caña y su relación con resultados industriales. ICIDCA. 2013.
6. Gowers, J.C: A comparison of some methods of cluster analysis. Biometrical. 23: 623-632. 1967.
7. Linares, F.G.; R. Acosta L. y V. Sistachs: Estadística Multivariada. La Habana: 320 p. 1986.
8. Lerch, G: La Experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Edit. Cient. Téc. La Habana: 345 p. 1977.
9. Linares, F.G: Análisis de datos. Facultad de Matemática y Cibernética. Universidad de La Habana. Impreso ENPES: 589 p. 1990.
10.- Navarro. L y B. Rostgaard: Impacto de la materia extraña en la calidad de los jugos y los indicadores de eficiencia de un central azucarero. ICIDCA: 10 p. 2013.
11.- González Marrero, A: Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar (***Saccharum*** spp. Híbrido), en la provincia de Las Tunas. Tesis de Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA: 120 p. 1995.

LA DEGRADACION DE LOS SUELOS CAÑEROS DE CAMAGÜEY. MEDIDAS DE ATENUACIÓN Y MEJORAMIENTO

DEGRADATION OF SUGARCANE CROPPED SOILS AT CAMAGUEY PROVINCE. MITIGATION AND IMPROVEMENT STRATEGIES

García, E*, Rivera A. y Rossi, I.

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Centro-oriental, (ETICA). Carretera "Las Mercedes" Florida, CP 72810.Camagüey, Cuba. Telef. 53(32)515581
*email: eugenio.garcia@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados de un trabajo cuyo objetivo fue realizar la caracterización de los principales factores degradantes de los suelos en las áreas agrícolas de los ocho ingenios azucareros (Unidades Empresariales de Base de Atención a Productores Cañeros (UEB-APA) de la provincia Camagüey en que se detallan los principales factores degradantes de los suelos, las causas y los posibles cambios en sus propiedades a largo plazo. Se determinó que los factores poca profundidad efectiva, compactación, mal drenaje y baja fertilidad natural son los más representativos con valores de 18.71; 13.09; 10.78 y 8.33% del fondo de tierra dedicado a caña de azúcar, respectivamente. Los ingenios Agramonte, Brasil, Panamá y Cándido González, son los que presentan una mayor incidencia de los mismos. Se propone un conjunto de medidas para revertir la situación de estos procesos y se recomienda emprender un programa de acciones para atenuar los efectos negativos de los procesos degradantes.

Palabras clave: profundidad efectiva del suelo, compactación, drenaje, fertilidad del suelo

ABSTRACT

The results of a research that aimed to characterize the main soil degrading factors in agricultural areas of eight sugar mills belonging to Camagüey province are presented. The main factors causing soil long-term degradation and its causes are detailed. Each degradation factor by category and units they are expressed is exposed, as well as those of more influence in sugarcane decline yields. The characterization of each factor by sugar mill resulted: soil depth, soil compaction, drainage and low fertility, like the most representative factors of land degradation, with 18,710; 13.09; 10.78 and 8.33%, respectively, of all area designated to sugarcane cropping, being Ignacio Agramonte, Brazil, Panama and Cándido González the sugar mills with the highest incidence. A set of mitigation measures is proposed to reverse the situation and recommended to undertake an urgent action program in order to mitigate the land degradation and increase the sugarcane cropping sustainability.
Keywords: soil degrading factors, soil depth, compaction, drainage, soil fertility

INTRODUCCIÓN

El suelo es, por una parte, el fundamento de los ecosistemas terrestres, sustento no solamente de las coberturas vegetales que hacen posible la vida sobre el planeta, sino base fundamental de la producción de alimentos en el mundo. Por otra parte, es una fuente permanente de conflictos sociales derivados de su propiedad y de su utilización, en tanto que es uno de los principales factores de producción, dispensador de rentas y medio de alcanzar otras gratificaciones sociales de acceso privado o público (1).

Dentro de los problemas ambientales globales que afectan a la humanidad se han identificado para las condiciones de Cuba, un grupo de ellos, siendo la degradación de los suelos el que ocupa el primer lugar, atendiendo a las condiciones de ser un país agrícola y ubicado en latitudes tropicales, donde se manifiestan con más intensidad los procesos degradantes.

La degradación de los suelos es, en su sentido más amplio, uno de los principales problemas con que se enfrenta el mundo en este momento. Se refiere a los procesos inducidos por el hombre o relacionados con el origen y evolución de los suelos que disminuyen la capacidad actual y/ o perspectiva del suelo para sostener la vida en el planeta. El suelo es, y seguirá siendo en un futuro previsible, la base de la producción alimentaria, muchos millares de hectáreas dejan de cultivarse cada año por exceso de erosión, salinidad, anegación o esterilidad, y en millones de ellas el potencial productivo básico declina progresivamente hacia dicho estado (2). Se entiende por degradación (3), aquellos procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual o futura del suelo para sostener la vida humana.

Por sus repercusiones inmediatas, lo interesante es que el suelo como recurso es consustancial con el concepto de producción agraria y por lo tanto se debe contar como factor esencial de los agro-ecosistemas. Dentro de los problemas fundamentales que afectan la humanidad, la degradación de los suelos es uno de los fundamentales ya que al nivel mundial perjudica alrededor de 1053 millones de ha (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo se utilizaron los resultados de la actualización de la evaluación de aptitud física de las tierras para el cultivo de la caña de azúcar y la caracterización del potencial agro-productivo de los suelos cañeros (4) y la información del mapa de suelos 1:25 000 del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 1980).

Para evaluar la magnitud del impacto ambiental de la degradación en cada UEB se tuvieron en cuenta los factores degradantes siguientes: Profundidad efectiva, compactación, drenaje, salinidad, acidez y capacidad de intercambio catiónico.

Las categorías de la magnitud de cada factor para ser considerado degradante, se exponen en la Tabla I.

Tabla I. Factores limitantes evaluados, categorías empleadas y unidades de expresión.

Factor evaluado	Categoría	Unidad medida	RANGO
Profundidad efectiva	Muy poco profundo	cm	<25
Compactación	Compactado	g cm^{-3}	1.2-1.3
	Muy compactado		>1.3
Drenaje	Mal drenaje	mm $hora^{-1}$	1.0-5.0
	Muy mal drenaje		<1.0
Salinidad	Salino	ppm	3000-3800
	Muy salino		>3800
Capacidad de Intercambio de cationes	Ligera capacidad retención	$cmol^{(+)} \cdot kg^{-1}$	10-19
	Muy ligera capacidad retención		<10
Acidez (pH)	Muy ácido	$-\log [H^+]$	<4.5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El levantamiento realizado de los factores degradantes en las categorías que inciden en mayor magnitud por cada UEB se muestra en la Tabla II. Como área de referencia para establecer las comparaciones, se utilizó el fondo de tierra y área estimada con caña en Junio 30 de 2016.

Como se aprecia los cuatro factores que más afectan las áreas cañeras de la provincia de Camagüey, son en orden de magnitud: la poca profundidad efectiva, la compactación, el drenaje y la baja fertilidad natural. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores (5) donde se señala que para las condiciones de Cuba son la baja fertilidad natural, el mal drenaje y la compactación los factores de mayor incidencia en el deterioro de los suelos cubanos.

Tabla II. Comportamiento de los principales factores degradantes por UEB-APA de Camagüey

	Factor limitante						Cierre Junio 30/2016	
UEB	Compactación	Drenaje	Profundidad efectiva	Baja CIC	Acidez	Salinidad	Fondo tierra	Área estimada
	ha							
Agramonte	2014.6	2652.2	2794.0	518.2	0.0	21.9	12755.20	3380.42
Céspedes	791.0	220.6	1532.3	1238.0	1117.9	49.8	18198.60	11239.26
Argentina	895.0	283.0	308.0	811.0	0.0	0.0	10475.60	7043.13
Brasil	4683.8	3733.8	6218.4	2310.2	329.6	585.8	24362.50	13795.04
C. González	4204.1	2060.3	3918.4	2474.6	125.0	258.8	8698.60	4686.86
Siboney	95.4	342.7	1195.3	23.8	0.0	0.0	7864.80	5597.45
Panamá	2556.1	4018.7	5282.6	1879.1	211.2	85.1	25441.80	12350.39
Batalla	1887.7	789.1	3214.1	1644.5	229.1	2.7	22973.80	10690.36
Totales	17127.7	14100.4	24463.1	10899.4	2012.8	1004.1	130770.8	68782.91
% F. tierra	13.09	10.78	18.10	8.33	1.54	0.68		

Como se observa el fenómeno afecta en mayor o menor magnitud a todas las UEB-APA, por lo que las acciones a tomar son generales y de gran envergadura, algunas de las cuales requieren inversiones y otras de una rigurosa disciplina técnica que garanticen lograr la mitigación y la atenuación del ritmo acelerado de degradación ocurrido en las últimas décadas.

Desde finales del siglo pasado, se viene prestando gran atención al problema de la degradación de los suelos en el mundo y sobre todo en las regiones tropicales debido a que los procesos ocurren en forma más enérgica como resultado del clima, la aplicación de tecnologías sofisticadas con altos insumos en la agricultura y el subdesarrollo.

En efecto, la solución de los principales problemas que afectan a los suelos agrícolas de Cuba, debe ser vista con un enfoque sistémico y no como una solución aislada, pues se concatenan factores naturales y antrópicos. Es importante indicar que la sustentabilidad de los sistemas de producción, depende~~,~~ fundamentalmente, del mantenimiento de la productividad de los suelos a través del desarrollo, la restauración y mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas, regulada en gran medida por la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y la~~s~~ actividad~~es~~ de los microorganismos, que debe~~n~~ ser favorecida~~s~~ por las acciones de manejo que se realicen (7).

La degradación del suelo, a diferencia de la degradación ambiental (avalanchas, inundaciones y natural) y la socioeconómica (empobrecimiento, migraciones), tiene consecuencias negativas para la conservación de la biodiversidad, como:

- Pérdida de nutrientes
- Modificación de las propiedades físico-químicas
- Disminución de la capacidad de retención de agua en el perfil
- Pérdida física de los componentes del suelo
- Incremento de la toxicidad

El deterioro de las propiedades físico – químicas y biológicas del suelo y la pérdida o disminución de la masa del suelo, determinan a corto plazo, disminución de la capacidad productiva del suelo y el aumento de los costos de producción. A largo plazo, infertilidad total del suelo, migración y desertificación del territorio.
Para enfrentar la degradación del suelo de manera efectiva se debe incentivar el uso de prácticas sencillas de conservación, de bajo costo y que puedan mejorar la productividad de la tierra.
Un programa ideal de conservación de suelos es aquel en el cual los agricultores planifican y ejecutan soluciones para su propio beneficio (5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los factores degradantes que afectan la mayor superficie cañera de la provincia Camagüey en orden de importancia son profundidad efectiva, compactación, drenaje y baja fertilidad natural, siendo Ignacio Agramonte, Brasil, Cándido González y Panamá las UEB-APA más afectadas.
Se recomienda emprender un programa urgente de acciones para atenuar y contrarrestar los efectos negativos de los procesos degradantes sobre el suelo.

REFERENCIAS

1. Siccard, T. Relaciones agricultura-ambiente en la degradación de las tierras en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales, 2014, 14 pp.
2. FAO. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. ISBN 92-5-304417-9. Edit. FAO, Roma, Italia, 2000, 234 pp.
3. Crester, Helea, A. Garrido y C. E. Guadarrama Degradación de los suelos. Fórum Condición Ambiental. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México, 2014, pp. 221.
4. INICA. Actualización de la Evaluación Física de Aptitud de las Tierras de los Complejos Agroindustriales Azucareros de la provincia de Camagüey, 2010, 52 pp.
5. MINAGRI. Mapa de Suelos 1:25000 Versión digital. Provincia Camagüey, 1980.
6. Rodríguez D. Situación de los procesos degradantes de los suelos en Cuba. Conferencia Magistral. Congreso Cubano de Ciencia del Suelo. Palacio de las Convenciones. Habana, Cuba, 2015.
7. Morell, F. y A., Hernández. Degradación de las propiedades agro-biológicas de los suelos Ferralíticos rojos lixiviados por la acción antrópica y su respuesta agro-productiva al mejoramiento. Agronomía Tropical, 2008. Vol. 58(4), p 335-343.

RESPUESTA DE LAS CEPAS DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE POTASIO EN UN SUELO FERRALÍTICO ROJO TÍPICO

SUGARCANE STOOLS RESPONSE TO THE POTASSIUM FERTILIZER APPLICATION IN A RED FERRALITIC TYPIC SOIL

González, J*, Pineda, E, de León, M, Pablos, P.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).

* e-mail jesus.gonzalez@epica.azcuba.cu

RESUMEN

El estudio se desarrolló para conocer la respuesta de las cepas de caña de azúcar a la aplicación de diferentes dosis de potasio, en un experimento conducido sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico de la provincia Ciego de Ávila. Las cepas correspondientes a caña planta no respondieron a la aplicación del nutriente y sólo hubo efecto positivo de la fertilización potásica en 25% de las cosechas de primero y segundo retoños, llegando a 80% a partir del tercer retoño, lo que puede estar asociado con el empeoramiento de las condiciones físicas del suelo con el envejecimiento de la cepa y la dificultad del sistema radical para la extracción del nutriente.
Palabras clave: caña de azúcar, fertilización potásica, envejecimiento de la cepa.

ABSTRACT

The study was setting up to know the sugarcane stool response to different potassium doses in an experiment conducted on a Typical Red Ferralitic soil of Ciego de Ávila province. Cane plant had not response to potassium fertilizer and only in 25 percent of first and second ratoons did, from third ratoon there was 80% of potassium fertilizer response, mainly associated to soil physic properties deterioration with sugarcane crop age increase, and root system ability loss to extract nutrient.
Key words: sugarcane, potassium fertilizer, stool age.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento agrícola e industrial del cultivo de la caña de azúcar está condicionado a factores edafoclimáticos del lugar donde se desarrolle la plantación y el manejo del cultivo desarrollado por el agricultor, entre las que tiene un peso fundamental el número de cortes (denominado cepas en Cuba). Se realizan como promedio, a las plantaciones comerciales, cinco cortes en siete años, una planta y cuatro retoños, todos provenientes de una misma macolla. En la medida que envejece la plantación resultan superiores las afectaciones a las propiedades del suelo por el efecto acumulativo del cruce de maquinaria al realizar labores propias del cultivo y de cosecha, que se asocian generalmente con el aumento de la compactación y disminución de la porosidad del suelo.

En el desarrollo potencial de la caña de azúcar tienen incidencia factores como la aptitud edafoclimática (32,2 %), gestión de plagas, malezas y enfermedades (20,3 %), fertilización N, P, K, MO y otras (17,2 %), variedad y ciclos productivos (plantas, socas, y retoños), (12,5 %), riego y mecanización (8,5 %), tipo de cosecha (verde o quemada) (6,6 %) y tamaño del predio (2,7 %) (1).

El papel de las raíces en la nutrición vegetal es sumamente importante. Un factor de relevancia, relacionado con el complejo planta-agua-suelo, es la distribución del sistema radical, así como su dinámica de crecimiento (2, 3, 4 y 1).

Es objetivo de este trabajo conocer el efecto que pueden tener las cepas de la caña de azúcar ante la aplicación de diferentes dosis de potasio (K).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el área experimental de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar en la provincia Ciego de Ávila, sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico, muy profundo, bien drenado, arcilloso, bien estructurado y con bajas concreciones de hierro. En la tabla I se muestran las características químicas del perfil asociado al lugar donde se desarrolló el experimento.

Tabla I. Características químicas del perfil 932

Profundidad (cm)	Relación C/N	P total (mg kg^{-1})	P asimilable Bray/Kurtz ppm)	K intercambiable (cmol kg^{-1} suelo)
0-20	14,20	3130,0	5,11	1,26
20-40	14,70	3270,0	0,39	0,29
40-60	12,01	3300,0	0,01	0,14

FAO-UNESCO (1988): Hypereutri-Haplic Ferralsol. USDA Soil Taxonomy (1992): Typic Eutrustox. 2da Clasificación Genética de los suelos de Cuba (1975): Ferralítico Rojo Típico.

Se utilizaron seis tratamientos, uno sin potasio (testigo) y los demás con dosis crecientes de 50 kg ha^{-1} hasta 250 kg ha^{-1} y fondo fijo de 75 kg ha^{-1} para el caso del nitrógeno y 90 kg ha^{-1} para el fósforo, como se muestra en tabla II.

Tabla II. Tratamientos y dosis empleadas en el experimento.

Tratamiento	Dosis NPK (kg/ha)		
	N	P_2O_5	K_2O
I	75	90	0
II	75	90	50
III	75	90	100
IV	75	90	150
V	75	90	200
VI	75	90	250

El cultivo se desarrolló en condiciones de secano, se realizaron 23 cosechas en 29 años de vida, en los que fueron estudiados cinco ciclos de siembra y cosecha con cinco cortes de plantas (P), cuatro retoños 1 (R1), cuatro retoños 2 (R2), cuatro retoños 3 (R3), dos retoños 4 (R4), dos retoños 5 (R5) y dos retoños 6 (R6).
El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con seis repeticiones y el procesamiento se llevó a cabo según el paquete estadístico SPSS, realizando la prueba de Duncan a 5% de probabilidad del error. Los experimentos fueron conducidos siguiendo las normas establecidas (5). La serie de precipitaciones ocurridas en este período presentó valores superiores a 1400 mm en cinco años. Enero fue el mes de menor lluvia promedio con 13.0 mm y septiembre el de mayor con 229.2 mm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ciclo de vida del experimento, compuesto por planta y 3 retoños (figura 1), no se encontró diferencias significativas para el rendimiento agrícola (t caña ha^{-1}) en ninguna de las cuatro cepas cosechadas, de esta manera se muestra la potencialidad que brinda este suelo de suministrar el potasio necesario para el desarrollo adecuado de las plantaciones cañeras en los primeros cuatro años.

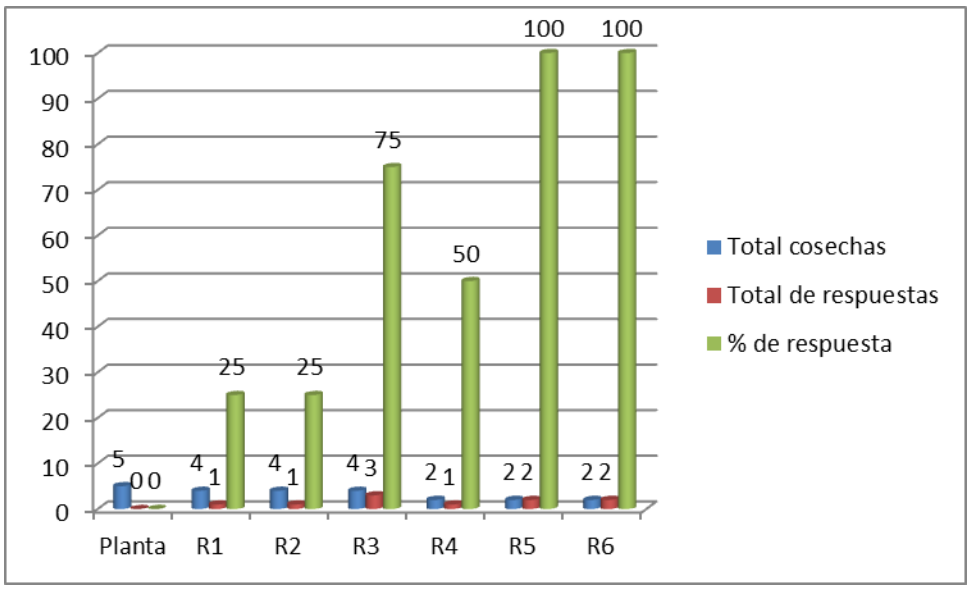


Figura 1. Resumen de la respuesta agrícola (t caña ha^{-1}) a la aplicación de dosis de K, para cada cepa en los cinco ciclos de siembra y cosecha.

El segundo ciclo del experimento estuvo compuesto por cuatro cosechas, planta y tres retoños, en las que no se encontraron diferencias significativas en la planta del primer y segundo retoño y si para la cepa de tercer retoño (cosecha 8), a partir de la cual comienzan a manifestarse las necesidades de aplicación de potasio. Para el tercer ciclo del experimento compuesto por planta y seis retoños, se encontró diferencias significativas en cinco de las seis cosechas de retoño, ratificando la no respuesta de la caña planta. Para el cuarto ciclo del experimento compuesto por planta y seis retoños, no se encontraron diferencias significativas en las cosechas de planta, primer y segundo retoño, y si resultaron significativos los retoños tres, cuatro, cinco y seis, por lo que hubo mayor respuesta a la fertilización potásica con el envejecimiento de las cepas.

Al analizar los resultados de 207 cosechas de experimentos de campo (6), observó que la efectividad de la fertilización potásica anual aumentaba con la sucesión de las cosechas. En la mayoría de los suelos no se producían efectos favorables ante las aplicaciones de K ni en planta ni en los primeros retoños. Los beneficios eran más frecuentes en el tercero y cuarto retoño. Con el transcurso de las cosechas aumentaba tanto la magnitud del efecto como la dosis de K_2O requerida.

El ciclo cinco estuvo compuesto por una cosecha de planta, en la que no se encontró respuesta significativa en la variable t caña ha^{-1}, al igual que en los demás ciclos.

En las 23 cosechas efectuadas al experimento de dosis de K durante los cinco ciclos de vida, no se encontró respuesta significativa entre los diferentes tratamientos empleados para ninguna de sus plantas, solo en una cosecha de los retoños R1 y una R2 (para el 25% del total) y comienza a existir una respuesta a la aplicación de potasio mucho más evidente y sostenida a partir del retoño R3 y hasta el R6, en los que respondieron ocho de las diez cosechas efectuadas, para el 80% de estas.

El manejo inadecuado del suelo lleva a una reducción del contenido de materia orgánica, teniendo como consecuencia alteraciones en su densidad, en la capacidad de retención de agua y en la estabilidad de los agregados, los cuales contribuyen a la pérdida de la calidad y de la estabilidad estructural (7). Un sistema radical profundo es característica deseable para los cultivares de caña de azúcar, debido a que asegura su habilidad para tolerar el estrés por déficit hídrico (8).

Con el deterioro de las condiciones físicas del suelo en la medida que se suceden las cosechas, ocasionadas por la acumulación en la intensificación de la compactación del suelo, la reducción del espacio poroso que trae consigo menor disponibilidad de agua y aire, así como un impedimento en el crecimiento de las raíces tanto en profundidad como a ambos lados de la macolla, trae como resultado una menor exploración del

suelo, menor posibilidad de anclaje y nutrición de las cañas, apuntando todas estas cuestiones a encontrar mayor respuesta a la aplicación de potasio, debido a una disminución en la eficiencia de asimilación de las raíces.

CONCLUSIONES

- Las cepas de caña planta no respondieron en ninguno de los cinco ciclos de plantación y cosecha estudiados, encontrando respuesta de las cepas de retoños 1 y 2 solo en 25 por ciento de las cosechas realizadas, lo que evidencia la necesidad de fertilizante potásico a partir de las cepas de retoño tres en adelante, con respuesta en 80 % de las cosechas.

REFERENCIAS

1- Aguilar, N. Ficha técnica del cultivo de caña de azúcar. Universidad Veracruzana. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias, 2010.

2- Vasconcelos, C. M. Desenvolvimento do sistema radical e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. Jaboticabal. Tese Doutorado. São Pablo, Brazil. UNESP/FCAV, 2002. 140 pp.

3- Clark, L. J.; Whalley, W. R. and Barraclough, P. B. How do roots penetrate strong soil? Plant and Soil, 2003. 255 pp.

4- Kellermeier, F.; Armengaud, P. and Seditas, T. Analysis of the root system architecture of *Arabidopsis provides* a quantitative readout of crosstalk between nutritional signals. Plant Cell, 2014. 26 pp.

5- INICA. Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica. Tomo 1, 1990.100 pp.

6 -Cuéllar, I. El potasio en los suelos y la nutrición potásica de la caña de azúcar. Monografía. INICA, La Habana, 1984. 44 pp.

7- Benítez J. y Friedrich T. Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. Portal (En línea). http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C1.htm Consulta realizada el 20 de junio del 2009.

8- Smith, D. M., Inman-Bamberg, N. G. and Thornburg, P. J. Growth and function of the sugarcane root system. Field Crops Res, 2005. 69 pp.

PORQUÉ ELEGIR LA LABRANZA VERTICAL?
REASON TO CHOOSE THE VERTICAL TILTH

Santos, L*;Cruz, R*, Bombino, P*, Torres, Grether.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba
*e-mail: lemaysantosquintero@gmail.com

RESUMEN

La labranza de suelos es un proceso en el cual ocurre un consumo considerable de energía. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la tecnología de labranza más eficiente energéticamentepara el cultivo de la caña de azúcar, que garantice las exigencias de calidad requeridas; al evaluar la labranza vertical y la tradicional con grada, la labranza vertical resultó ser 278.24 MJ/hamenos eficiente energéticamente debido a que la profundidad de trabajo alcanzada fue de 31.33 cm y con la tecnología tradicional solo se alcanzó 18.26 cm. Esto provocó un aumento del consumo de combustible a pesar de lograr una productividad mayor, sin embargo la labranza vertical cumple con las exigencias agrotécnicas para el cultivo de la caña de azúcar y la tecnología tradicional no. Por lo cual la tecnología vertical es más adecuada.
PALABRAS CLAVE: labranza, preparación de suelo, caña de azúcar, balance energético, costo energético

ABSTRACT

Soil tillage is a process which it happens an important energy consumption. The present work objectiveis to determine the more energetically efficient soil tillage technology for the sugarcane crop, which guarantee the required quality exigencies; when the vertical tillage and the traditional one with harrow were evaluated, the verticaltillage came to be 278.24 MJ/ha less energetically efficient because the gotten work depth was 31.33 cm and with the traditional technology only was obtained 18.26 cm. It caused an increase of the fuel consumption in spite of getting a bigger productivity, however the vertical tillage satisfies the agrotechnical requirements for the sugar cane crop and the traditional technology not. That´s why the vertical technology is more convenient.
KEY WORDS: tillage, soil tillage, sugar cane, energy balance, energetic cost

INTRODUCCIÓN

El rendimiento energético en las operaciones de labranza, es muy bajo, no supera nunca el valor del 20%. Ello se debe a que la transformación energética del motor alcanza en el mejor de los casos un rendimiento del 40%, mientras que el rendimiento en tracción del tractor no supera el valor del 50%. Dicho de otra manera, por cada 100 L de petróleo tan sólo se utilizan 20 L. A todo ello hay que añadir el gasto energético en las herramientas de trabajo de los aperos por rozamiento y adherencia metal-suelo, y por desplazamiento de los agregados. La energía consumida en las labores depende también de otros factores tales como el tipo de suelo, la forma de la herramienta de trabajo, la velocidad de avance del mismo y la profundidad de la labor. En condiciones óptimas de trabajo, el consumo de combustible oscila entre 0,8 y 1 $L.ha^{-1}.cm^{-1}$ de profundidad**(Hérnanz, 2008)**.

En Cuba la producción de azúcar constituye uno de los reglones más iportantes de la economía, es por elloque el cultivo de la caña de azúcar requiere especial atención si se considera además que es dedicado el26.6 % de sus suelos para la producción de caña, esto representa una parte importante delárea agrícola nacional.

La Empresa Azucarera de Ciego de Ávila y el país, actualmente buscan vías o variantes de producción de caña que aumenten los rendimientos agrícolas con el menor costo energético posible. El aumento de los índices de consumo de portadores energéticos en la producción de caña precisa la implementación de

estrategias con vistas a minimizarlo, pues el consumo de portadores constituye el factor principal en la eficiencia energética de la producción de caña, no siendo por ello menos importante la energía indirecta.
El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la tecnología de labranza más eficiente energéticamentepara el cultivo de la caña de azúcar sobre suelo ferralítico rojo y quea su vez garantizara las exigencias de calidad requeridas para dicho cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en La UBPC "Las Mercedes", la cual pertenece a la UEB Ecuador de la Empresa Azucarera de Ciego de Ávila. El suelo que predomina en esta región es ferralítico rojo compactado, su relieve es llano y muestra una profundidad efectiva por encima de 40 cm. Para ejecutar la preparación de suelo se utilizó un tractor de 30 kN, conformando dos tecnologías, una de labranza vertical utilizando arado de cincel y tiller, y una tecnología tradicional utilizando grada.

El costo energético se determinó utilizando la metodología aportada por **De las Cuevas *et al.* (2004)** y **Álvarez *et al.*(2006),** empleando los valores mostrados en la tabla I.El cronometraje se realizó siguiendo la metodologíamostrada en la norma**NC 34-37:2003**.Las mediciones de longitudse efectuaron con una cinta métrica de 50 m, con la cual se determinó también el área labrada.La velocidad se determinó con un cronómetro manual tomando el tiempo que tarda el conjunto en recorrer una distancia que coincidió con la carrera de trabajo. Las mediciones de consumo de combustible se efectuaron mediante un recipiente aforado.

Tabla I. Valores de energía por unidad de masa de los materiales que se utilizan en la investigación

Insumos	***Equivalencias (MJ/unid)***	***Fuente***
Hombre (h)	1.05	(Hernanz, 2008)
Diesel (L)	40	(Hernanz, 2008); (Meul*et al.*,2007)
Maquinaria (kg)	37.5*	(Hill*et al.*, 2006)

*Incluye el costo energético de la producción del acero más un 50% en el ensamblaje.

Para la realización del experimento se estableció un diseño de bloques al azar, ejecutándose 15 repeticionesy 5 réplicas.

Los indicadores de calidad se determinaron siguiendo la metodologíamostrada en la norma**NC 34-47:2003**, exceptuando la resistencia a la penetración que se determinó utilizando la metodología aportada por **Castellanos (2013)**, con un penetrómetro de impactos.La profundidad de trabajo se midió con una cala graduada, las muestras para determinar la densidad aparente se tomaron mediante cilindros cuyo volumen es de 100 cm^3, depositándolas en pesa filtros para luego efectuarle el secado mediante una estufa digital accionada por convección de aire caliente. Las mediciones de masa se realizaron mediante una balanza digital cuya resolución es de 0.01 g y posee 0.1 g de precisión.

Para los muestreos de suelo se dividió el perfil en tres capas; una capa superficial de 0-10 cm de profundidad, una capa intermedia de 10-20 cm y una capa más profunda de 20-30 cm.
Los resultados obtenidosfueron procesados con el paquete estadístico SPSS Statistics 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados de la tabla II, se puede distinguir que en las dos tecnologías, la energía invertida en combustible es la que mayor influencia tiene, lo cual coincide con **(Alvarez*et al.*, 2006)**, quien afirma que el combustible es el factor de mayor impacto dentro del costo energético total. Por otra parte la Labranza Vertical (LV) es la tecnología que mayor costo energético tiene, sobrepasando en 278.24 MJ/ha a la

Labranza Tradicional (LT). Esto se debió a que la (LV) demandó más potencia, pues como se muestra en la tabla III, la labranza se efectuó a una profundidad mucho mayor, lo cual incrementa la fuerza traccional que requiere el implemento para ejecutar la labor y el consumo de combustible se incrementa también. Esto se acentúa más en las labores de rotura y cruce debido a que el suelo le hace mayor resistencia al implemento, pero en las labores de mullido, aunque no es muy relevante, la (LV) tiene una disminución en el consumo energético debido a que el suelo está más desmenuzado y se aumenta la productividad al permitir trabajar a velocidades superiores que la (LT) y por ende el consumo de combustible disminuye. A pesar de esto el costo energético de la (LV) sigue siendo mayor; aunque si se le simplifica la labor de descorone a la (LV), estos resultados se revierten. Esta labor es necesario hacerla con la grada pues el área posee los residuos de paja de la cosecha, que no se desmenuzan fácilmente atorándose en los órganos de trabajo del chisel y para segmentarlos necesitan ser cortados por discos en pequeños fragmentos; pero si se le incorporaran los discos pica paja en la parte delantera del chisel, se facilitaría el trabajo con una energía adicional despreciable y sería innecesario realizar la labor con la grada. En tabla II se muestran los resultados de la energía consumida por la (LV) sin realizar la labor de descorone; esto le ahorraría la utilización de 460.89 MJ/ha, con lo cual resultaría un 6 % más eficiente energéticamente que la (LT). Por otra parte debe considerarse que en la (LT) si se garantizara la misma profundidad de trabajo en la rotura y el cruce que en la (LV) mediante la utilización deuna grada pesada; el consumo de combustible de la(LT) en estas labores se incrementaría un 66 % según la investigación hecha por **Hernanz (2008).**

Tabla II. Costos energéticos de la preparación de suelo

Tecnologías		**ESm (MJ/ha)**	**ESc (MJ/ha)**	**ESl (MJ/ha)**	**ESmr (MJ/ha)**	**ESmo (MJ/ha)**	**EST (MJ/ha)**
Tradicional (LT)	Descorone	32.72	397.44	19.87	42.20	1.11	493,34
	Rotura	42.77	600.00	30.00	55.17	1.54	729,48
	Cruce	27.43	516.60	25.83	35.38	0.99	606,23
	Mullido	31.96	448.79	22.43	41.22	1.15	545,55
	Mullido	18.30	376.66	18.83	23.60	0.62	438,01
	Total	**153,18**	**2339,49**	**116,96**	**197,57**	**5,41**	**2812,61**
Vertical (LV)	Descorone	28.21	376.51	18.82	36.39	0.96	460,89
	Rotura	27.28	880.56	44.02	35.19	1.47	988,52
	Mullido	10.25	381.52	19.07	13.22	0.47	424,53
	Cruce	19.76	694.28	34.71	25.49	1.07	775,31
	Mullido	9.25	400.00	20.00	11.93	0.42	441,6
	Total	**94,75**	**2732,87**	**136,62**	**122,22**	**4,39**	**3090,85**
	Total sin Descorone	**66.54**	**2356.36**	**117.80**	**85.83**	**3.43**	**2629.96**

Según investigaciones hechas por Vasconcelos et al. (2003) el 72% del total de raíces de la caña de azúcar se encontraron en los primeros 40 cm de profundidad; coincidiendo con Santana et al. (2014), quienes aseguran que el 75 % de las raíces se encuentran en los primeros 45 cm de profundidad del suelo y la mayor densidad de raíces comienza a partir de los 20 cm de profundidad, además cuando la raíz tiene un desarrollo libre, se duplica su tamaño y la absorción de agua y nutrientes es 8 veces mayor, incrementándose el rendimiento. Al observar los resultados mostrados en la tabla III, se puede corroborar que al ejecutar la (LV), con una profundidad media de 31.33 cm, es la tecnología que mejores rendimientos proporciona a la caña de azúcar, pues le facilita 13,07 cm más de profundidad de suelo labrado que la (LT), y lo más importante es que este incremento ocurre en la zona donde la caña de azúcar tiende a incrementar la densidad de raíces, lo cual facilita un aumento considerable en la producción de caña. Además los demás indicadores de calidad demuestran que al practicar la (LV), el suelo queda con las propiedades óptimas para el desarrollo del sistema radicular en todas las capas de suelo, sin embargo al ejecutar la (LT), el suelo queda esponjado, pero solo en la capa superficial, sin embargo en las capas más profundas que es donde el sistema radicular

necesita mayor intercambio de agua y nutrientes, el suelo dificulta su desarrollo y la absorción no ocurre a plenitud.

Tabla III. Indicadores de calidad en la preparación del suelo para el cultivo de la caña de azúcar

Indicadores	Capa de suelo	Tecnologías	
		LT	LV
Profundidad de trabajo (cm)		18.26 a	31.33 b
Densidad aparente (g/cm^3)	0 – 10 cm	0.94 a	0.93 a
	10 – 20 cm	1.18 b	1.02 c
	20 – 30 cm	1.29 d	0.96 e
Porosidad (%)	0 – 10 cm	63.78 a	64.37 a
	10 – 20 cm	54.93 b	60.85 c
	20 – 30 cm	50.75 d	63.13 e
Resistencia a la penetración (MPa)	0 – 10 cm	0.21 a	0.18 b
	10 – 20 cm	0.37 c	0.31 d
	20 – 30 cm	1.12 e	0.59 f

Valores con letras diferentes difieren significativamente para ($p \leq 0.05$) según prueba T de Student.

CONCLUSIONES

Debe seleccionarse la labranza verticalcomo la tecnología más indicada para el cultivo de la caña de azúcar sobre suelo ferralítico rojo, ya que es la que cumple con los requisitos agrotécnicos para este cultivo y puede ser 182.65 MJ/ha más eficiente energéticamente si se le simplifica la labor de descorone.

REFERENCIAS

1- Hernanz, J L**.** Eficiencia energética en Agricultura de Conservación en zonas semiáridas [en línea]. Universidad Politécnica de Madrid.España,2008, 14 p.

2- De Las Cuevas Milán, H. R***.et al.***La labranza conservacionista y sus gastos energéticos[en línea]. UNAH. 2004.

3- Álvarez**,** R L**. *et al.***Costo energético de las operaciones de siembra más comunes en Cuba.Ed: IIMA-MINAG. La Habana, 2006.

4- NC 34-37: 2003**.** Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación tecnológico – explotativa.Norma CubanaNC. La Habana. Cuba: Oficina Nacional de Normalización.

5- Meul, M**. *et al.***Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders."*ELSEVIER. Agriculture, Ecosystems and Environment*[en línea], September2007, p. 135-144.

6- Hill, J**. *et al.*** Environmental, economic and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels[en línea]. Edited by: Tilman, D. PNAS, 2006,Vol. 103, No. 30, p. 11206-11210.

7- NC 34-47: 2003. Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de ensayo.Norma Cubana. La Habana. Cuba: Oficina Nacional de Normalización.

8- Castellanos**,** N A**.** Resistencia a la penetración[en línea]. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo. México. 2013.

9- Vasconcelos, A C***.et al.*** Avaliação do sistema radical de cana-de-açúcar por diferentes métodos. *Ciência do Solo,*2003. Vol. 27, p. 849-858.

10- Santana, A I. ***et al.***Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. Instituto de investigaciones de la caña de azúcar. La Habana,2014. 179 p.

IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA C90-316, C90-317 Y C92-325 DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ESFERA PRODUCTIVA
IMPACT OF TECHNOLOGY C90-316, C90-317 AND C92-325 OF SUGAR CANE IN THE PRODUCTIVE AREA

Ojeda, Eulalia; Torres, Grether; Pérez, Yaritza; González, R; Bombino, P; Castillo, R; Izquierdo, Greter.
Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar
* e-mail: eulalia.ojeda@epica.azcuba.cu

RESUMEN

El Programa de Fitomejoramiento en la provincia de Ciego de Ávila (Cuba) se inició en 1985, se han obtenido y generalizado los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325, caracterizados por su tolerancia a la sequía y plagas fundamentales. El estudio se realizó con el objetivo de analizar el impacto en la agroproductividad de la tecnología C90-316, C90-317 y C92-325 durante tres zafras. Se establecieron las fichas técnicas y los resultados de la liquidación de zafra de los tres últimos años. El rendimiento agrícola en la liquidación de la zafra es superior en los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325, al compararlo con los restantes en las cuatro UEB de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila, la incorporación de estos cultivares proporcionó un incremento en ganancia por concepto de toneladas de caña 2345,22 CUP/MP a 5034,55 CUP/MP y por azúcar en un rango de 2215,51 a 3751,03 CUP/MP y de 608,95 a 1031,00 CUC/MP.
PALABRAS CLAVE: Fitomejoramiento, Cultivares, Toneladas de caña, Toneladas de azúcar.

ABSTRACT

The Plant Breeding Program in the province of Ciego de Ávila (Cuba) started in 1985, cultivars C90-316, C90-317 and C92-325, characterized by their tolerance to drought and fundamental pests. The objective of this study was to analyze the impact of C90-316, C90-317 and C92-325 technology in agroproductivity during three harvests. The technical files and the results of the liquidation of harvest in the last three years were established. The agricultural yield in liquidation of harvest is superior in cultivars C90-316, C90-317 and C92-325, when compared to the rest in four basic business unit of Ciego de Ávila Sugar Company. The incorporation of these cultivars provided an increase in gain Tons of cane 2345.22 CUP / MP at 5034.55 CUP / MP and sugar in the range of 2215.51 to 3751.03 CUP / MP and from 608.95 to 1031.00 CUC / MP.
KEY WORDS: Plant breeding, Cultivars, Tonnes of sugarcane, Tonnes of sugar.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Fitomejoramiento tiene como misión, obtener cultivares de alto potencial agroazucarero, adaptadas a las principales condiciones de estrés ambiental, resistencia a las plagas que afectan el cultivo y aptas para la diversificación, constituyendo el eslabón primario y base del mantenimiento de la agroindustria azucarera en la economía cubana. Un aumento productivo, a través de reemplazos sistemáticos, de las que se explotan actualmente es una de las vías principales para incrementar los rendimientos potenciales de los diferentes ambientes y garantizar zafras superiores (Jorge *et al.*, 2008; Cuellar, 2013).

La obtención de cultivares de caña de azúcar requiere de un riguroso y largo proceso el cual encierra un complejo número de actividades por etapas, que exigen de los que la ejecutan, un perfecto accionar para alcanzar el objetivo final.

Según Varela (2014), el aporte de la caña de azúcar a las exportaciones del país continuará representando un peso importante en la economía cubana y para responder a estas exigencias, el Ministerio del Azúcar (hoy Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA) se trazó como objetivo fundamental el incremento de los rendimientos agrícolas, nunca inferiores a 54 toneladas de caña /ha, con rendimientos industriales iguales o superiores al 12%, así como la diversificación de la producción. La base fundamental para lograr estos

propósitos son los cultivares de caña de azúcar, pues su potencial productivo unido a una buena agrotecnia, garantizan, el incremento de los niveles de producción de azúcar por área. El presente estudio se realiza con el objetivo de analizar el impacto en la agroproductividad de la tecnología C90-316, C90-317 y C92-325 durante tres zafras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como resultado del programa de fitomejoramiento en la provincia Ciego de Ávila, se obtuvieron los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325. Se confeccionó la ficha técnica, según manual de procedimientos de mejoramiento genético del INICA (Jorge *et al.,* 2011).

La producción cañera en la provincia Ciego de Ávila dispone actualmente de un fondo de tierra de 82640.02 ha, de ellas 7197.91 ha con riego y el resto en secano, donde predominan 10 tipos de suelos según la clasificación genética propuesta por Hernández *et al.* (1999), predominando el Ferralitizado cálcico con un área total de 46941.14 ha y el Gleyzado sialitizado con un área de 9275.88 ha, además de estar sustentada en cuatro Unidades Empresariales de Base, con: 34 Unidades de Producción Cañera, 23 Cooperativas de Producción Agropecuarias, 2 Granjas Ejercito Juvenil de Trabajo y 21 Cooperativa de Crédito y Servicio.

Se analizaron los resultados de la liquidación de zafra de los tres últimos años, en condiciones de secano, en la provincia Ciego de Ávila. En la tabla I se muestra el área total, producción y rendimiento industrial de las tres últimas zafras en la Empresa Azucarera Ciego de Ávila (EACA).

Tabla I: Área total, producción y rendimiento industrial en las tres últimas zafras de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila.

Zafra	Área (ha)	Producción (t de caña)	UEB				EACA
			E Varona	C Redondo	Ecuador	P de Enero	
2013/2014	41724.0	1923914	8,96	9,46	9,29	10,17	9,49
2014/2015	47092.5	2138989	10,31	10,29	10,26	11,57	10,59
2015/2016	48462.1	2146726	9,53	9,32	9,04	9,68	9,36

El procesamiento estadístico de la variable t de caña/ha se realizó a través de análisis de varianza simple, con tres repeticiones (zafras). En los casos que se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para la comparación entre las medias se realizó una prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) a través del programa automatizado SPSS versión 17.0. El cálculo de la ganancia total en CUP en producción de caña que representa los cultivares recomendados (C90-316, C90-317 y C92-325), por Unidades Empresariales de Base (UEB) y zafra se realizó al determinar el incremento en t de caña/ha, precio de la t de caña a 95.0 CUP y área molible total de esos cultivares (Incremento en ganancia CUP = Incremento en t de caña/ha *95 CUP)* área) y la ganancia en producción de azúcar sobre la base del rendimiento industrial, con los precios que establece la Resolución 538/2013, 282/2014 y 178/2015 de AZCUBA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ficha Técnica del cultivar C90-316.

Progenitores: C187-68 x B6368

Comportamiento agroproductivo: Variedad de buena brotación, hábito de crecimiento ligeramente inclinado, cierre temprano del campo, regular despaje, no florece, buen retoñamiento, con una población de 13 tallos por metro lineal, 13.6 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y madurez intermedia. Se recomienda para suelo Oscuro plástico gleysoso negro de la provincia de Ciego de Ávila con deficiente drenaje interno. Apta para la mecanización

Comportamiento fitosanitario: En las pruebas estatales realizadas mediante inoculación artificial resultó resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) y a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), así como resistente a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Ficha Técnica del cultivar C90-317

Progenitores: C187-68 x B6368

Comportamiento agroproductivo: Variedad que posee buena brotación, hábito de crecimiento erecto, cierre temprano del campo, despaje regular, no florece, buen retoñamiento, con una población de 13 tallos por metro lineal, posee 12.2 % de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Se recomienda plantar en los suelos Oscuros plásticos de la provincia de Ciego de Ávila. Apta para la mecanización.

Comportamiento Fitosanitario: En las pruebas estatales realizadas mediante inoculación artificial resultó resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar) y a carbón (*Ustilago scitaminea Sydow)*, así como a roya (*Puccinia melanocephala H. and P. Sydow)* en fondo de infección. No se ha encontrado afectada en condiciones naturales por la pudrición roja (*Colletotrichum falcatum Went*).

Ficha Técnica del cultivar C92-325

Progenitores: C1616-75 x B45181

Comportamiento agroproductivo: Variedad de buena brotación, hábito de crecimiento erecto, cierre temprano del campo, regular despaje, no florece, buen retoñamiento, con una población de 13 tallos por metro lineal, 13.2 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Se recomienda para suelo Ferralítico rojo de la provincia de Ciego de Ávila en condiciones de secano. Apta para la mecanización.

Comportamiento fitosanitario: En las pruebas estatales realizadas mediante inoculación artificial resultó resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar) y a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.), susceptible a escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), así como resistente a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en foco de infección.

Los ciclos de plantación y cosecha de los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325 se muestran en la tabla II.

Tabla II: Ciclos de plantación y cosecha de los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325

Ciclos de Plantación y Cosecha								
C90-316			C90-317			C92-325		
Plantación	Cosecha	Edad	Plantación	Cosecha	Edad	Plantación	Cosecha	Edad
Ene-Abril	Mar-Abr	13-15	Ene-Abril	Feb-Abr	12-14	Ago - Sep	Feb-Mar	16-18
Agosto-Sep	Feb-Mar	16-18	Julio-Dic	Feb-Mao	14-19			

Al analizar el rendimiento agrícola en la liquidación de la zafra (figura 1), los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325, superan a los restantes en las cuatro UEB. Las variaciones entre UEB están dada entre otras causas por las condiciones ambientales y eficiencia de las labores fitotécnicas. Los porcentajes en área no deben ser superiores al 20 % para poder mantener el incremento en el potencial productivo.

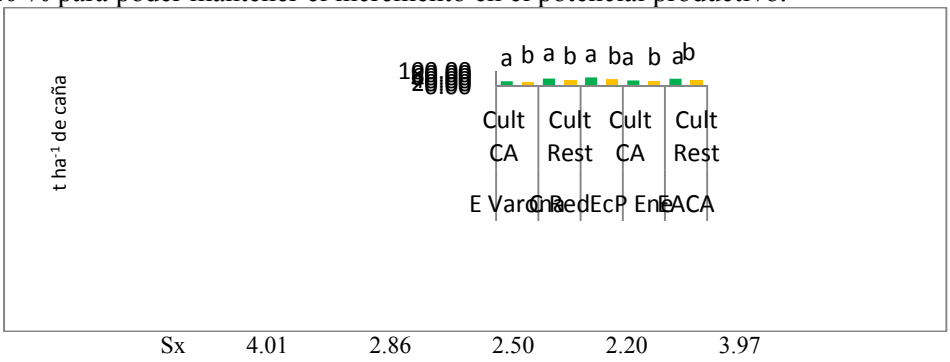


Fig. 1: Toneladas de caña/ ha por cultivares obtenidos en Ciego de Ávila y cultivares restantes en producción

Cult CA: Cultivares obtenidos en Ciego de Ávila y **Cult Rest:** Cultivares restantes en producción

El incremento en ganancia (CUP) que proporciona la incorporación a la producción de los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325, obtenidos con un valor de 2345,22 CUP/MP hasta 5034,55 CUP/MP, en azúcar están en un rango de 2215,51 a 3751,03 CUP/MP y de 608,95 a 1031,00 CUC/MP (Tabla III)

Tabla III: Incremento en ganancia en las tres últimas zafras en CUP/MP por producción de caña, por producción de azúcar de los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325.

UEB	Incremento en ganancia CUP en MP por producción de caña			Incremento en ganancia CUP/MP por producción de azúcar			Incremento en ganancia CUC/MP por producción de azúcar		
	2013/14	2014/15	2015/16	2013/14	2014/15	2015/16	2013/14	2014/15	2015/16
E Varona	380,08	876,73	1045,06	439,28	1165,95	1284,66	120,74	320,47	353,10
C Redondo	624,53	314,00	625,97	762,08	416,77	752,53	209,46	114,55	206,84
Ecuador	406,18	565,73	823,72	486,73	748,71	960,51	133,78	205,79	264,00
P de Enero	402,06	262,98	603,33	527,43	392,47	753,33	144,97	107,87	207,06
EACA	1812,84	2019,44	3098,08	2215,51	2723,90	3751,03	608,95	748,68	1031,00

CONCLUSIONES

- El rendimiento agrícola en la liquidación de la zafra es superior en los cultivares C90-316, C90-317 y C92-325, al compararlo con los restantes en las cuatro UEB de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila.
- La incorporación de estos cultivares proporcionó un incremento en ganancia por concepto de toneladas de caña 2345,22 CUP/MP a 5034,55 CUP/MP, en azúcar están en un rango de 2215,51 a 3751,03 CUP/MP y de 608,95 a 1031,00 CUC/MP.
- La obtención y desarrollo de los cultivares C90-316, C60-317 y C92-325, son considerados de importancia en la política varietal actual, proyección provincial y nacional hasta el año 2021.

REFERENCIAS

1. Jorge, H.; H. García; I. Delgado; I. Jorge; L. Cabrera; N. Bernal; I. Torres; J. Rodríguez; I. Santana. Nuevo enfoque para la evaluación de cultivares en Cuba. Memoria del VII Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe. (www.ATALAC2008.org.). Artículos, Agricultura, Biología, Pp. 1-8. 2008.
2. Cuellar, I. *el at*. Caña de Azúcar. Paradigma de sostenibilidad .Edición Publinica. Cuba. P.37- 45. 2013.
3. Varela, Juan. Mejoró en el país el rendimiento de caña por hectárea. 2014 Disponible en: http://www.granma.cu/cuba/2014-07-21/mejoro-el-pais-rendimiento-de-cana-por-hectarea. [Consulta, 28 de diciembre de 2016].
4. Jorge, H., R. González, M. Casas e Ibis Jorge. Normas y Procedimientos del Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. BOLETÍN No 1.Revista Cuba & Caña. INICA, La Habana, Cuba. 2011.
5. AZCUBA. Resolución 538/2013, 282/2014 y 178/2015 sobre los precios en AZCUBA.

UNA NUEVA PROPUESTA PARA EVALUAR LAS DINÁMICAS DE MADUREZ EN CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR

A NEW PROPOSAL TO EVALUATE THE MATURATION DYNAMICS IN SUGARCANE CULTIVARS

Torres, Isabel, Valladares, F, Fernández, Y, Montalván, J., Noy, A y Hernández, L.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental, Camagüey, Cuba
itorres@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

Presentamos una nueva propuesta para estimar las variaciones en las dinámicas de madurez de dos importantes cultivares comerciales de caña de azúcar en Cuba: C86-12 y C323-68. El estudio fue realizado en ciclo de frío sobre un suelo del tipo Inceptisol en la provincia Camagüey. Fueron muestreados tallos durante la etapa de crecimiento del cultivo (desde 359 hasta 562 días), fue evaluado el brix, porcentaje de pol en caña, pureza del jugo y contenido de sacarosa. Los datos fueron procesados usando el análisis de regresión polinomial, se calculó, además, la primera derivada en cada caso. Los cultivares mostraron un alargamiento en su período óptimo de cosecha. Estos resultados indicaron una mejor explicación de las variaciones en los contenidos sacarinos a lo largo de la etapa de cosecha.
Palabras clave: caña de azúcar, cultivares, madurez

ABSTRACT

We present a new proposal to estimate the variations in the maturity dynamics of two important commercial sugarcane cultivars in Cuba: C86-12 and C323-68. The study was carried out in a cold cycle on an Inceptisol-type soil in the province of Camagüey. Stems were sampled during the growing stage of the crop (from 359 to 562 days), we determined the brix, percentage of pol in cane, juice purity and sucrose content. The data were processed using the polynomial regression analysis, we also obtained the first derivative in each case. The cultivars showed an elongation at the optimum harvest period. These results suggest a better explanation of the variations in saccharine contents throughout the harvest stage.
Keywords: sugarcane, cultivars, maturity

INTRODUCCIÓN

El incremento en la producción de azúcar por área guarda estrecha relación con la introducción de nuevos cultivares de caña de azúcar (1 y 2), pues el aumento de los niveles productivos requiere del empleo de genotipos de alto potencial agrícola y elevado contenido azucarero, adaptados a diferentes condiciones (3). Para el logro de este fin, se requiere igualmente de la correcta utilización de las distintas estrategias de manejo (4), ya que cada cultivar se expresa de manera diferente según el comportamiento de diversos factores, naturales o tecnológicos.

Teniendo en cuenta que el óptimo aprovechamiento de la maduración de las plantaciones, requiere del conocimiento de las dinámicas de maduración de los cultivares en uso, se trazó como objetivo actualizar el patrón de acumulación de sacarosa en dos cultivares de caña de azúcar, bajo un nuevo criterio de análisis.

MATERIALES Y MÉTODOS

La etapa experimental fue realizada en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental, ubicada en la provincia de Camagüey, perteneciente al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), sobre suelo del tipo Inceptisol (5), con un clima caracterizado en los últimos

10 años por precipitación media anual de 1401,4 mm, humedad relativa de 79,1 % y temperaturas máximas y mínimas de 31,9 y 21,2 ° Celsius respectivamente, situada en las coordenadas 21º,31' de Latitud Norte y los 78º,14' de Longitud Oeste, a 57,08 m de altura sobre el nivel medio del mar (6).

Los cultivares en estudio: C86-12 y C323-68 plantados en noviembre como un frío tardío (7), ocupaban al cierre del año 2013, el 27,9 % del área cañera nacional (8). Fueron tomadas tres muestras de jugo de cinco tallos molibles por cultivar, cortadas a nivel del suelo. Estas se colectaron a edades que oscilaron entre los 27 y 40 días hasta la conclusión del estudio, procesados según las normas de análisis azucareros vigentes (9). En cada momento en que se realizaron los muestreos fue determinado el brix refractométrico, % de pol en jugo, % de pol en caña, pureza y sacarosa real. La variable pol en caña fue empleada para la confección de las respectivas curvas de maduración, las que al ser derivadas proveen de una formulación matemática que indica la noción del coeficiente de cambio.

La información fue procesada, según análisis de varianzas de doble clasificación, comparando las medias por la prueba de rango múltiple de Duncan, utilizando el programa SPSS versión 15.0 (10). Las curvas de maduración de los cultivares antes mencionados, fueron calculadas por medio del programa de ajuste de curvas, versión 1.34 (11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

C86-12

El análisis de los datos, permitió delimitar un período que inicia en la primera decena de febrero (443días, aproximadamente 14, 77 meses) y culmina en la segunda decena de abril (514 días, aproximadamente 17,23 meses), donde los valores del porcentaje de pol en caña, alcanzaron niveles superiores a 18,0 % (cifra tomada como referencia en esta discusión). Desde el mes de abril y en lo adelante, este indicador desciende por debajo de 18,0 % (Tabla I.).

Por otra parte, los coeficientes de variación obtenidos por derivación de la ecuación que describe la dinámica de madurez, permitió observar que desde mediados de marzo cesa la acumulación de asimilatos, lo que marca el inicio del proceso de deterioro.

Tabla I. Valores decenales promedio de las variables de calidad de los jugos y coeficientes de variación o de cambio evaluados en el cultivar C86-12

Meses	Decenas	% pol en caña	Coeficiente de cambio	brix	Pureza	Sacarosa real
	1					
Noviembre	**2**	**13.75**	**0.080**	**18.55**	**84.68**	**16.16**
	3	**14.44**	**0.074**	**19.10**	**86.42**	**16.91**
	1	**15.15**	**0.067**	**19.65**	**88.08**	**17.69**
Diciembre	**2**	**15.79**	**0.060**	**20.16**	**89.48**	**18.40**
	3	**16.38**	**0.053**	**20.64**	**90.69**	**19.07**
	1	**16.90**	**0.046**	**21.07**	**91.67**	**19.66**
Enero	**2**	**17.33**	**0.039**	**21.43**	**92.41**	**20.15**
	3	**17.71**	**0.032**	**21.76**	**92.99**	**20.59**
	1	**18.01**	**0.025**	**22.03**	**93.40**	**20.95**
Febrero	**2**	**18.22**	**0.018**	**22.24**	**93.62**	**21.23**
	3	**18.36**	**0.012**	**22.39**	**93.69**	**21.41**
	1	**18.44**	**0.006**	**22.50**	**93.64**	**21.54**
Marzo	**2**	**18.46**	**-0.001**	**22.58**	**93.45**	**21.62**
	3	**18.41**	**-0.008**	**22.61**	**93.09**	**21.63**
	1	**18.29**	**-0.015**	**22.58**	**92.58**	**21.56**
Abril	**2**	**18.10**	**-0.022**	**22.51**	**91.93**	**21.42**
	3	**17.85**	**-0.029**	**22.39**	**91.12**	**21.21**
	1	**17.53**	**-0.036**	**22.22**	**90.16**	**20.93**
Mayo	**2**	**17.13**	**-0.043**	**22.00**	**89.01**	**20.58**
	3	**16.65**	**-0.050**	**21.72**	**87.61**	**20.14**

La Tabla I muestra el resumen de los valores decenales promedio de cada una de las variables de calidad del jugo evaluadas, lo que permitió precisar en cortos períodos las tasas máximas en la acumulación de azúcar, así como, las etapas de pérdidas o deterioro.
Se conoce que, en la plantación de frío de etapa temprana, se recomienda cosechar entre los meses de febrero y marzo (12) en este caso, teniendo en consideración que es una plantación tardía, se debe extender el período de zafra hasta la segunda decena de abril, valorando sistemáticamente el porcentaje de floración.

C323-68
Cultivar apreciado por su alto potencial agrícola en plantaciones de primavera del año y frío, con un extenso período de explotación comercial que se inicia en el año 1974 (Gonzáles *et al*., 2014) abarca en la actualidad el 9,7 % del área plantada (Tabla II).

Tabla II. Valores decenales promedio de las variables de calidad de los jugos y coeficientes de variación evaluados en el cultivar C323-68

Meses	Decenas	% pol en caña	Coeficiente de cambio	brix	Pureza	Sacarosa real
	1					
Noviembre	2	12.76	0.058	16.07	90.77	14.89
	3	13.27	0.056	17.05	88.96	15.57
	1	13.82	0.053	18.07	87.41	16.27
Diciembre	2	14.34	0.050	19.00	86.24	16.94
	3	14.85	0.048	19.89	85.34	17.58
	1	15.34	0.045	20.69	84.74	18.17
Enero	2	15.77	0.042	21.36	84.40	18.69
	3	16.20	0.039	21.98	84.25	19.19
	1	16.60	0.036	22.50	84.31	19.63
Febrero	2	16.95	0.034	22.92	84.54	20.01
	3	17.25	0.031	23.22	84.88	20.31
	1	17.51	0.029	23.45	85.36	20.57
Marzo	2	17.79	0.026	23.63	86.05	20.81
	3	18.05	0.023	23.72	86.95	21.02
	1	18.28	0.020	23.73	88.03	21.18
Abril	2	18.47	0.018	23.66	89.26	21.28
	3	18.64	0.015	23.49	90.68	21.34
	1	18.77	0.012	23.24	92.33	21.35
Mayo	2	18.88	0.009	22.90	94.22	21.32
	3	18.97	0.007	22.47	96.50	21.23

Como se aprecia en la tabla 2, los valores del % de pol en caña del cultivar C323-68 muestra que a partir de la tercera decena de marzo (489 días, aproximadamente 16 meses), valores superiores a 18 %, el aumento progresivo ocasionó, que ésta variable alcanzara cifras por encima del 18,8 %, hacia el final del período. Es de interés destacar que no se observaron signos de deterioro, el coeficiente de cambio obtenido de la primera derivada, en ningún momento adquirió valores negativos, aunque desde el 15 de mayo (542 días, aproximadamente 18,10 meses), el aumento del pol en caña resultó apenas perceptible. Otros indicadores de la calidad del jugo, como el brix, pureza y sacarosa real, estimados decenalmente muestran valores altos y estables desde la tercera decena de febrero.

CONCLUSIONES

- El procedimiento empleado que cuantifica la edad en días y el uso de la primera derivada para obtener los coeficientes de variación es de gran valor práctico para establecer las curvas madurativas, resultando más preciso a la hora de establecer modelos de acumulación de azúcar.

REFERENCIAS

(1) Baudur, K., Quddoos, A. and Rasheed, M. Cane Yield and Sugar potential of sugarcane promising genotypes under agro- climatic conditions of Bann NWFP. Pak. Sugar Journal. 2013, 27:18-20. ISSN 0020-8841

(2) Ostengo, S. *et al*. TUC 95-10 productive performance analysis by a multi-environment and multi-ages mixed model. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technology. 2013. Vol. 28:1-8.

(3) Stringer, J. et al. A new method of statistical analysis for sugarcane disease screening trials. Proc. Int. Soc. Sugarcane Tecchnol. 2013. Vol 28:1-10.

(4) Valladares, F. *et al*. Comportamiento de las dinámicas madurativas de tres cultivares de caña de azúcar de amplia extensión comercial en la provincia de Camagüey Conferencia Técnico Productiva por el XXX Aniv. ETICA Oriente Sur. 2014. pp.116-123. ISBN 978 - 959 - 207-531-3.

(5) Soil Survey Staff. Key to Soil taxonomy. 10o Edit. Washington, D. CUSDA-NRCS.2006.

(6) Estación Agro meteorológica de Florida. Medias de las variables climáticas mensuales en áreas agrícolas de la EPICA Camagüey. Camagüey, Cuba. 2011.

(7) Santana, I., *et al*. Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar. Ed Pueblo y Educación. 2014. 203 pp.

(8) González, R., *et al*. Principales variedades comerciales de caña de azúcar utilizadas en Cuba en los últimos años. Memorias Jornada Científico – Productiva 50 Aniversario. INICA. 2014. p. 422-434.

(9) Pérez, F. y Fernández, F. Métodos analíticos para azúcar crudo. Inst. Cubano de Investigaciones azucareras. La Habana. 2006. 209 pp. ISBN 959-7140-18-7.

(10) *SPSS/PC para Windows Paquete estadístico. Versión. 15.0.* [Programa de computación]. (2006). [s.l.]: [s.n.].

(11) Curve Expert/PC para Windows Paquete estadístico. Versión. 1.34. [Programa de computación]. (1997). [s.l.]: [s.n.].

(12) Jorge, H., Jorge, Ibis y Bernal, N. Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semillas de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana.1ra Edic. Publinica, La Habana. 2010. 99 pp. ISSN 1028-6527.

POTENCIAL AGROPRODUCTIVO DE LOS PRINCIPALES CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA EMPRESA AZUCARERA CIEGO DE ÁVILA

AGROPRODUCTIVE POTENTIAL OF THE MAJOR SUGARCANE CULTIVARS IN CIEGO DE ÁVILA SUGAR COMPANY

Torres, Grether *; Ojeda, Eulalia; Castillo, R; Ferrera, Lisdania; Castellano, Sulema y Santos, L.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba
*grether1983@gmail.com

RESUMEN

Con el objetico de determinar el potencial agroproductivo de siete cultivares de caña de azúcar sobre un suelo Ferralítico rojo típico de la Empresa Azucarera Ciego de Ávila, se evaluó, al momento de la cosecha, las T ha^{-1} de caña, porcentaje de pol en caña, t ha^{-1} de pol y rendimiento potencial cañero en las cepa de caña planta, primer y segundo retoño. Con relación al rendimiento agrícola (t ha^{-1} de caña), los cultivares C120-78, C87-51 y C92-325 alcanzaron resultados similares al testigo (C86-12) en las cepas estudiadas. En porcentaje de pol presentaron valores similares al testigo los cultivares C1051-73 y C87-51. En RPC en los meses de enero a abril, C87-51 alcanzó valores similares al testigo, así como, la C92-325 en el mes de abril. En toneladas de pol en caña C92-325, alcanzó valores similares a C120-78, C87-51 y al testigo.

PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, rendimiento, pol, cepas

ABSTRACT

With the objective of determining the agricultural potential of seven sugar cane cultivars on a Typical Red Ferralitic soil of the Ciego de Ávila Sugar Company, the t ha^{-1} of sugarcane was evaluated at the time of harvest, in cane, Tn.ha^{-1} pol and Potential sugarcane yield in strain plant, first and second shoots. Regarding the agricultural yield (Tn.ha^{-1}) of sugarcane, the cultivars C120-78, C87-51 and C92-325 achieved similar results to the control (C86-12) in the studied strains. The C1051-73 and C87-51 cultivars presented similar values to the control. In RPC in the months of January to April, C87-51 reached values similar to the control, as well as, the C92-325 in the month of April. In tons of sugarcane pol C92-325, reached values similar to C120-78, C87-51 and the control.

KEY WORDS: Sugarcane, yield, pol, strains

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp) es cultivada bajo diferentes condiciones de suelo y clima. Un buen cultivar se caracteriza por presentar alto rendimiento agrícola, alto contenido azucarero, bajo porcentaje de floración, madurez temprana, resistencia o tolerancia a las principales plagas que afectan al cultivo. Una adecuada composición varietal debe estar conformada por un conjunto de cultivares en equilibrio, donde estos no rebasen el 20 % del área cañera y para las variedades florecedoras, no deben superar el 15 % (1).
Actualmente, la Empresa Azucarera Ciego de Ávila, según reporte del Servicio de Recomendación de Variedades y Semilla (SERVAS), contaba al cierre de 2016 con la siguiente composición de cultivares: 32,32 % de C86-12; 7,85 % de C92-325, 7,07 % de C87-51; 4,50% de C86-56; 2,89 % de C1051-73, 5.30% de C120-78, 0,64% de C89-148 y 0.36% de C86-156, lo que evidencia una composición no adecuada, pues se manejan siete cultivares y de ellos, uno alcanza más del 20 %.

El insuficiente conocimiento del potencial agroproductivo de cultivares de caña de azúcar en suelos Ferralítico rojo típico en las diferentes cepas, es una problemática de la Empresa Azucarera de Ciego de Ávila. Es objetivo del trabajo, determinar el potencial agroproductivo de siete cultivares de caña de azúcar en las cepas de caña planta, primer y segundo retoño, en suelos Ferralítico rojo típico en la Empresa Azucarera de Ciego de Ávila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas del bloque experimental del Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas (GESA) de Ciego de Ávila, ubicado en el poblado de Villa, al norte de la provincia, en el municipio de Ciro Redondo, según la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba, sobre un suelo Ferralítico rojo típico (2).

El diseño experimental empleado fue un bloque al azar, con siete tratamientos (cultivares) y cuatro réplicas. Los experimentos fueron conducidos según las normas establecidas (3). Cada parcela experimental ocupó un área de 48 m^2 (4 surcos de 7,5 m de largo y 1,60 m entre surcos. Los cultivares estudiados fueron: C87-51, C86-156, C1051-73, C89-148, C120-78, C86-56 y C92-325 y como testigo se utilizó C86-12.

Los principales parámetros evaluados fueron: t ha^{-1} de caña, porcentaje de pol en caña, t ha^{-1} de pol, Rendimiento Potencial Cañero (RPC) en la cepa caña planta, primer y segundo retoño.

Se realizó un análisis de varianza según arreglo factorial, con cuatro repeticiones, para cada una de las variables y cepas en estudio. En los casos que presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), la comparación entre las medias se realizó, mediante una prueba de rangos múltiples de Tukey con el programa automatizado SPSS versión 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las t ha^{-1} de caña (Figura 1), se presentaron diferencias significativas entre cultivares en la cepa caña planta, primer y segundo retoño. En las tres cepas los cultivares C86-56, C120-78, C87-51, C92-325 y C86-12 (T), superan significativamente a C1051-73 y C89-148. En general se observó una disminución de las t ha^{-1} de caña, fundamentalmente en la cepa de segundo retoño, más acentuada en C86-56.

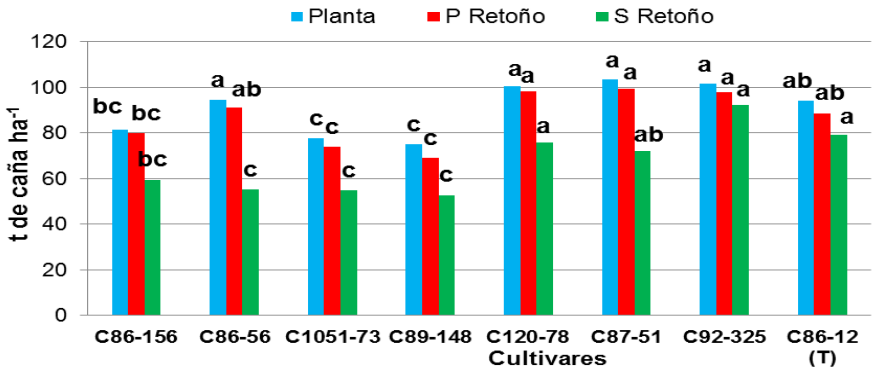


Fig. 1. t ha-1 de caña de los cultivares y cepas en estudio
Letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0.05$ según test de rangos múltiples de Tukey

En cuanto al porcentaje de pol en caña (Figura 2), existieron diferencias significativas entre los diferentes cultivares en cada cepa. Los cultivares C87-51, C1051-73 y C86-12 (T), no presentaron diferencias significativas en las cepas analizadas. Por otra parte, C92-325 y C1051-73, así como, C86-56 y C89-148 en las tres cepas mostraron, valores inferiores con respecto a los restantes, sin diferir significativamente entre sí.

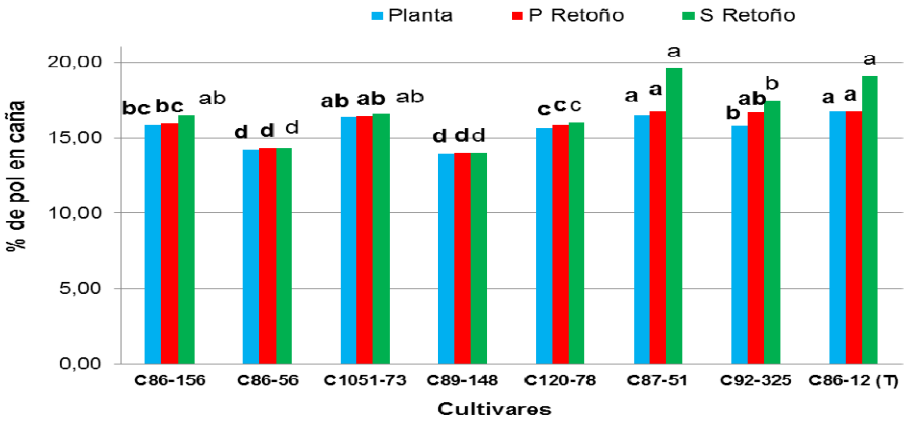


Fig. 2. Porcentaje de pol en caña de los cultivares y cepas en estudio
Letras desiguales difieren significativamente para p≤0.05 según test de rangos múltiples de Tukey

En la figura 3, aparecen reflejadas las t ha^{-1} de pol de los cultivares en estudio. La variedad C89-148 en la cepa caña planta, primer y segundo retoño alcanzó los menores valores con respecto al testigo y al resto de los individuos en estudio, por tales razones, en la provincia de Ciego de Ávila, se recomienda profundizar el comportamiento de este cultivar bajo diferentes ambientes para un mejor manejo del mismo.

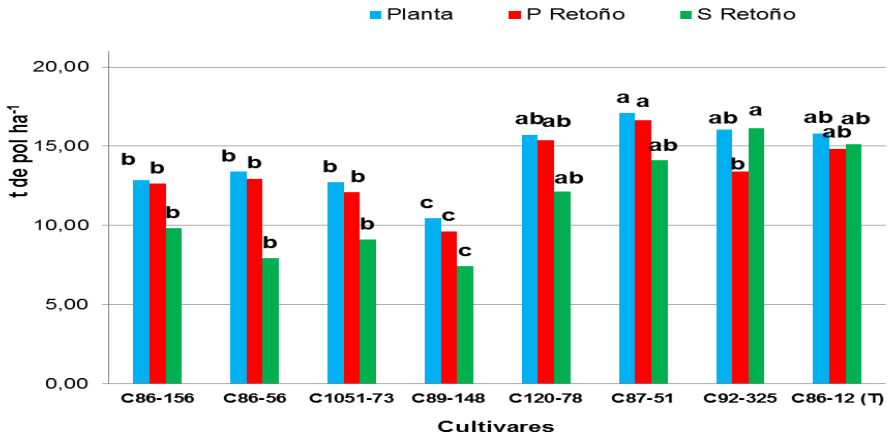


Fig. 3. t ha^{-1} de pol de los cultivares y cepas en estudio
Letras desiguales difieren significativamente para p≤0.05 según test de rangos múltiples de Tukey

Los resultados del rendimento potencial cañero (RPC), se muestran en la figura 4. Presentaron diferencias significativas entre los cultivares en estudio en la cepa caña planta, primer y segundo retoño. Se evidenció en C1051-73, C87-51 y C86-12 (testigo), que los mismos, no difieren significativamente entre sí, sin embargo en segundo retoño la C92-325 no difiere del testigo, pero supera significativamente al resto de los indivíduos estudiados. Similares resultados fueron reportados anteriormente (4 y 5).

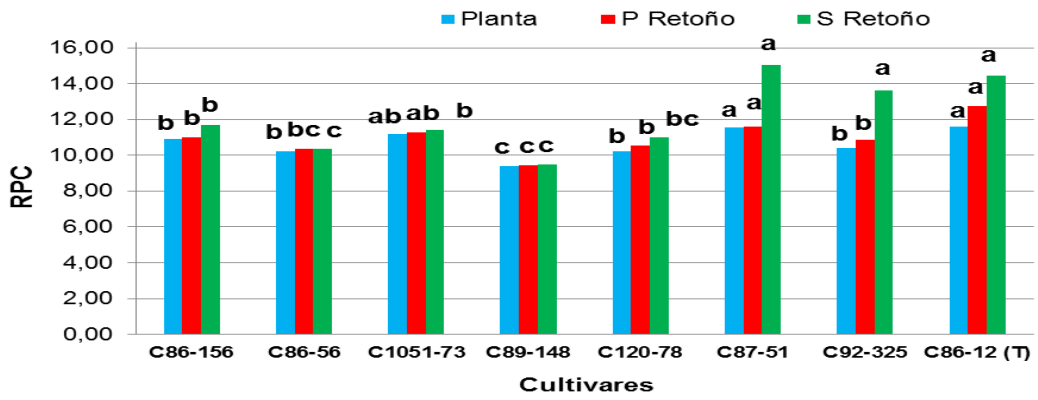


Fig. 4.

Rendimiento potencial cañero en la cepa caña planta, primer y segundo retoño
Letras desiguales difieren significativamente para p≤0.05 según test de rangos múltiples de Tukey

CONCLUSIONES

- ✓ Los cultivares C120-78, C87-51, C92-325 presentan valores en t ha^{-1} de caña similares al testigo en las cepas estudiadas.
- ✓ Los cultivares C87-51 y C1051-73 alcanzan los mayores índices en toneladas de pol en caña comparados con el testigo, especialmente en segundo retoño.
- ✓ El rendimiento potencial cañero (RPC)**,** en los meses de enero a abril**,** muestra que C87-51 alcanza valores similares al testigo y en el mes de abril C92-325.

REFERENCIAS

1. Mesa J. M, Santana I. y Jorge Ibis (Editores). Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana. Actualización. 2011. ISSN 1028-6527. La Habana. Cuba. 116 pp.
2. Hernández A., Pérez J.M, Bosch D y Rivero, L. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR. 2014. 64 pp.
3. Jorge H., Jorge Ibis, Mesa José M. y Bernal N. (Editores). Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba. Actualización 2011. INICA, La Habana, Cuba. 2011. 346 pp. ISSN1028-6527.
4. Steel, R., J. Torrie. Principles and procedures of statistics. 2ed. New York, McGraw-Hill Book Company. 2000. p. 272-282.
5. Mariotti, J.A. Association among yield and quality components in sugar cane hybrid progenies. Proc. ISST, 2011. p. 297-302,

EFECTO DEL EMPLEO DE SUSTANCIAS NATURALES DURANTE LA MULTIPLICACIÓN DE BROTES *IN VITRO* DE CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF NATURAL SUBSTANCES DURING THE MULTIPLICATION OF *IN VITRO SHOOT* OF SUGARCANE

Autores: Bernal, A[1]*, La O, M.[2]*, Acevedo, R.[2]*, Bermúdez, M[1]*, Occeguera, Z[1]*, Machado, P[2]*, Castillo, R.[3]*, Gómez Kosky, R[2].

[1]. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Centro-Villa Clara). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba
[2]. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). La Habana, Cuba
[3]. Grupo de Extensión y Servicios de Ciego de Ávila (GESA).Ciego de Ávila, Cuba
*email aydiloide.bernal@inicavc.azcuba.cu

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos determinar las concentraciones efectivas de las sustancias con efecto inductor de origen natural, en el crecimiento, multiplicación de los brotes y el control de la contaminación microbiana *in vitro* en la micropropagación de la caña de azúcar. Al evaluar su efecto sobre el crecimiento durante la etapa de multiplicación a través de la variable altura, los mejores resultados fueron alcanzados con el *Sulphur* (1,0 ml L^{-1}) y la *Caléndula* (0,1 ml L^{-1}). En cuanto al coeficiente de multiplicación se encontró que el *Osccillococcillum* y el *Sulphur* obtuvieron el mayor número de brotes por explante, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, así como con en el control. La contaminación microbiana fue controlada con la *Staphysagria*, en sus tres concentraciones, pues durante toda la fase experimental no se observó presencia de agentes contaminantes en el medio de cultivo.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, contaminación microbiana, cultivo *in vitro*, productos naturales, sustancias inductoras

ABSTRACT

The present work had as objectives to determine the effective concentrations of the natural substances in the growth and multiplication of shoots and the control of the microbial contamination *in vitro* in the micropropagación of the sugarcane. When evaluating their effect on the growth through the variable height, the best results were reached with the *Sulphur* (0,1 ml L^{-1}) and the *Caléndula* (0,1 ml L^{-1}). For the multiplication coefficient was found that in a general way the *Osccillococcillum* and Sulphur obtained the biggest number of shoot for explante, with significant differences with the rest of the treatments, as well as with in the control. The microbial contamination was controlled with the *Staphysagria*, in its three concentrations, because during the whole experimental phase contaminant agents' presence was not observed in the medium.

KEY WORDS: elicitors substances, *in vitro* culture, microbial contamination, natural products, sugarcane

INTRODUCCIÓN

Las sustancias de origen natural se consideran inductoras porque a bajas concentraciones causan distintos efectos sobre las plantas. Estas son capaces de proteger eficientemente el aparato fotosintético bajo condiciones de estrés osmótico aumentando la fijación de carbono, el rendimiento final del cultivo y la activación del mecanismo de resistencia (1).
Las señales generadas por las sustancias inductoras a nivel de la membrana celular, activando diferentes rutas metabólicas secundarias asociadas a factores de protección de cultivos, a su productividad y a la

obtención de una adecuada calidad y condición de crecimiento. A su vez desarrollan vitalidad y fortaleza en las plantas ya que comienzan procesos que se hacen más fuertes con el tiempo. Además incrementan la altura y el coeficiente de multiplicación.

Las plantas producen de forma natural las sustancias inductoras, sin embargo cuando se cultivan *in vitro* es necesario manejar componentes del medio de cultivo y las diferentes condiciones para su producción (2). Lo anterior permite confirmar la necesidad de investigaciones en esta temática para aportar conocimientos que ayuden a mejorar la comprensión fundamental de la biología de las plantas, lo cual justifica la necesidad de utilizar productos naturales para mejorar la calidad y la sanidad de los cultivos, por lo que el presente trabajo tiene como objetivos determinar las concentraciones efectivas de las sustancias naturales sobre el crecimiento, la multiplicación y control de la contaminación microbiana *in vitro* en la micropropagación de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la biofábrica perteneciente a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara. Para el cual se seleccionaron brotes *in vitro* del cultivar C87-51, obtenidos a través del cultivo de ápices (3), con densidad de inóculo inicial de ocho brotes *in vitro* por frasco de cultivo con volumen de 500 ml.

El medio de cultivo utilizado durante la multiplicación fue el compuesto por las sales Murashige y Skoog (MS) al 100% (4), con 100 mg L^{-1} mio-inositol; 4 mg L^{-1} 6-BAP, 20 g L^{-1} de sacarosa y 6 g L^{-1} de agar. El pH se ajustó a 5,6 con NaOH (1,0 N) y HCl (1,0 N) antes de la esterilización. Las sustancias inductoras de origen natural se adicionaron al medio de cultivo después que este ebulló hasta 100 ºC, durante 4 minutos y se dejó enfriar hasta una temperatura de 40 ^{o}C para evitar la degradación y pérdida de efectividad.

Las sustancias naturales utilizadas durante el experimento fueron adquiridas en la Farmacia Homeopática del municipio de Ranchuelo. El *Sulphur* (se obtiene del azufre que se encuentra en fuentes termales), *Caléndula* (obtenida de una planta conocida como maravilla de los jardines), *Osccillococcillum* (extracto de hígado y corazón de pato) y *Staphysagria* (se obtiene de la planta *Delphinium staphisagria*) a concentraciones de 0,1; 0,5; 1,0 ml L^{-1} y como control se utilizó el medio de cultivo de multiplicación. Los brotes *in vitro* se colocaron en la cámara de crecimiento con luz solar, temperatura de 27±2ºC en un período luminoso de aproximadamente 13 horas de luz y 11 de oscuridad con un rango de densidad de flujo de fotones fotosintéticos (DFFF) entre 17,1 y 64,6 µmol m^{-2} s^{-1}.

Se realizaron observaciones para describir el desarrollo fisiológico de los brotes y la presencia o no de microorganismos contaminantes que afectan el proceso productivo de la Biofábrica a los 7, 14 y 21 días de cultivo. Se evaluó la altura (cm) de 50 brotes *in vitro* por cada tratamiento, se cuantificó la cantidad por frasco de cultivo y se calculó el coeficiente de multiplicación. Para el análisis estadístico de todos los datos se realizó un análisis de varianza paramétrico utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS versión 5.0 sobre Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto de estas sustancias naturales en el crecimiento de los brotes *in vitro* de caña de azúcar, a través de la variable altura, los mejores resultados se alcanzaron con el *Sulphur* (1,0 ml L^{-1}) y la *Caléndula* (0,1 ml L^{-1}). Ambas sustancias a las concentraciones anteriormente señaladas, estimularon el crecimiento con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y el control (3,78 cm). (Tabla I).

Tabla I. Efecto de la concentración de las sustancias naturales en la altura de los brotes *in vitro* de caña de azúcar a los 21 días de cultivo.

Tratamiento	Concentración (ml L^{-1})	Altura (cm)
Staphysagria (I_3)	1,0	4,26±1,23 c
Staphysagria (I_2)	0,5	3,60±2,12 f

Staphysagria (I_1)	0,1	3,60±1,34 f
Sulphur (II_1)	0,1	3,90±0,89 d
Sulphur (II_2)	0,5	5,22±1,37 b
Sulphur (II_3)	1,0	**5,70±1,45 a**
Caléndula (III_1)	0,1	**5,38±1,39 ab**
Caléndula (III_2)	0,5	4,34±1,26 c
Caléndula (III_3)	1,0	4,36±0,94 c
Osccillococcillum (IV_1)	0,1	4,46±1,38 c
Osccillococcillum (IV_2)	0,5	4,30±1,22 c
Osccillococcillum (IV_3)	1,0	4,46±1,62 c
Control (V)		**3,78± EE**

*Letras desiguales en una misma columna representan diferencias significativas según Tukey para p< 0.05. Media±Desviación Estandar

La altura de la planta es considerada como un rasgo del cultivar, los resultados demostraron que estas sustancias favorecen el crecimiento de los brotes *in vitro.* Desde el punto de vista morfo-fisiológico, mostraron buen vigor y las hojas grandes y anchas con un color verde bosque (código 228B22).

En cuanto al coeficiente de multiplicación de los brotes *in vitro*, se encontró que el *Osccillococcillum* y el *Sulphur* fueron los que mayor número de brotes por explante obtuvieron con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y el control (Tabla II).

Tabla II. Efecto de las diferentes sustancias elicitoras en el coeficiente de multiplicación de los brotes *in vitro* los de caña de azúcar a los 21 días de cultivo**.**

Tratamientos (1,0 ml L^{-1})	Coeficiente de Multiplicación
Osccillococcillum	4,9±0,45 a
Sulphur	4,5±0,53 ab
Caléndula	4,3±0,87 b
Staphysagria	4,2±1,20 b
Control	3,6±0,34 c

*Letras desiguales en una misma columna representan diferencias significativas según Tukey para p< 0.05. Media±Desviación Estandar

El empleo de las cuatro sustancias de origen natural, estimularon la multiplicación de los brotes *in vitro*, al utilizar la dosis de 0,5 ml L^{-1} en el medio de con relación al control.

No se encontraron diferencias significativas entre la interacción concentración y tipo de sustancia natural, por lo que solo se presentaron los resultados del efecto del tipo de sustancia aplicada. La sustancia que mejor controló la contaminación microbiana fue la *Staphysagria*, en sus tres concentraciones, pues durante toda la fase experimental no se observó presencia de agentes contaminantes en el medio de cultivo (Tabla III). Esto permitió que los brotes *in vitro* que anteriormente se desechaban por contaminación se mantuvieran en el proceso productivo y a la vez se mejoró el vigor de los mismos.

Tabla III. Efecto de las diferentes sustancias elicitoras en el control de la contaminación microbiana de los brotes *in vitro* de caña de azúcar durante los 21 días de cultivo

Sustancia	**% de infección**	
	Bacterias	**Hongos**
Staphysagria	0	0
Sulphur	47	28
Caléndula	12	0
Osccillococcillum	23	15

Teniendo en cuenta la literatura internacional las sustancias de origen natural producen funciones relativas inespecíficas, después se encontró que muchas de estas poseen altos rendimientos y que tienen múltiples funciones en las plantas. Las cuales pueden estar relacionadas con el metabolismo primario pero sí tienen una implicación ecológica como defensa contra herbívoros, virus, hongos, bacterias, como sustancias alelopáticas, fitoalexinas o disuasorios nutritivos (5).

CONCLUSIONES

1.-Se demostró que el empleo del *Sulphur* a la concentración de 1 ml L^{-1} fue de las sustancias naturales, la que tuvo el mayor efecto en el crecimiento y el coeficiente de multiplicación.
2.-El uso de la *Staphysagria* en el medio de cultivo inhibió la multiplicación y crecimiento de bacterias y hongos independientemente de la concentración utilizada.

REFERENCIAS

1. Vargas-Rincón C, Sánchez León G, Jiménez P. La producción de metabolitos secundarios en la familia brassicaceae. Revista Facultad de ciencias Básicas, 2013, 9, 2, 282-305.
2. Dias M I, Sousaa MJ, Alvesb RC, Ferreiraa I. Exploring plant tissue culture to improve the production of phenolic. Industrial Crop and Products, 2016, 82, 9-22.
3. Jiménez E, García L, Suárez M, Alvarado Y. Instructivo técnico para la micropropagación de la caña de azúcar. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara. 1997, 119p.
4. Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum, 1962, 15, 437-497.
5. Pérez-Alonso NP, Arana FL,Capote AP,Pérez AP,Sosa R, Mollineda A y Jiménez EG. Estimulación de cardenólidos en brotes de *Digitalis purpurea* L. cultivados *in vitro* mediante elicitores. Revista Colombiana de Biotecnología, 2014, 16,1, 34-40.

ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCIÓN DE SEMILLA CATEGORIZADA DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS

THE SEED ORGANIZATION CATEGORIZAD OF THE SUGAR CANE FOR RANCHER IN CIENFUEGOS PROVINCE

Suárez, O[1], Delgado, I[1], Garcia, H[2], González, J[1], Mujica, R[1], Jorge, H[2], Suárez, D[1], Gómez, D[3], Valdez, I[3], López, L[4], Gonzales, J[1], Rangel, E[1].

[1] Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara.(ETICA)
[2] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. (INICA)
[3] Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios. (ENPA)
[4] Ministerio de la Agricultura. Delegación Provincial de Cienfuegos. (MINAG)
osuarez@gesacf.azcuba.cu; osbenitez@ucf.edu.cu

RESUMEN

La caña de azúcar se presenta como una alternativa viable para la alimentación animal en el periodo de menor disponibilidad de pastos en Cuba. El objetivo del trabajo fue ordenar la producción de semilla con destino a la ganadería en la provincia de Cienfuegos. Se partió del programa de desarrollo ganadero de la provincia, estudios del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar que recomiendan cultivares con alto valor forrajero, y el reglamento que rige la producción de la semilla y su control fitosanitario. Como resultado se organizó y fiscalizó la producción de semilla con la infraestructura existente, en las categorías Básica, Registrada y Certificada, que permitieron cubrir la demanda de semilla en 70% en el primer ciclo, reducir la utilización de semilla no certificada y prolongar la vida útil de las variedades. El ingreso de 82064 **$ MN** corroboró la factibilidad económica de la propuesta.

PALABRAS CLAVES: caña de azúcar, producción de semilla, ganadería.

ABSTRACT

Sugarcane is an available source of animal feeding in the station of weeds yields are lower in Cuba. The target of this paper was a sugarcane ¨seed¨ production system for the cattle food in Cienfuegos province. A system-based in Cattle Developing Program of Cuba, other studies of Sugarcane Research Institute which recommend cultivars with high forage value and sugarcane seed production and diseases control statement was developed. The result was a sugarcane ¨seed ¨ production system, using existing infrastructure , organized in Basic, Registered and Certified Sugarcane ¨Seed¨, the system supplied 70% of needing in first place , in other way. reduced the quantities of no certified ¨seeds were used in cattle feeding and increased potential cultivar useful life The incomes of $82064 made possible the economic viability of the project.

KEY WORDS: sugar cane, seed production, cattle.

INTRODUCCIÓN

El empleo de variedades resistentes y con integridad genética, constituyen los más importantes y casi exclusivos elementos con que se cuenta para tener plantaciones saludables. Es por ello que en muchos países se otorga prioridad a las propuestas de programas y proyectos diseñados con este objetivo (1).

El banco de problemas en el entorno agrario ambiental, con relación a la producción de alimentos, ha definido un grupo de prioridades declaradas en nuestro país por el Ministerio de la Agricultura y entre ellas, las prioridades con relación a la producción de semillas, ante la problemática de la erosión genética y la no disponibilidad de semilla con la calidad necesaria para satisfacer los crecimientos agro productivos, llegando incluso a comprometer el entorno fitosanitario al utilizar cultivares sin ningún tipo de certificación sanitaria.
La ganadería en la provincia de Cienfuegos no escapa a esta problemática, pues no cuenta con un sistema de producción de semilla, es por esto que el Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas (GESA) perteneciente a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa clara (ETICA) de conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), aprovechando la experiencia adquirida en este cultivo por más de 25 años de trabajo continuado y en constante perfeccionamiento del Sistema de Producción de Semilla de esta gramínea, se dieron a la tarea de organizar la Producción de Semilla Categorizada para la ganadería en el territorio de Cienfuegos que de respuesta sus necesidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el banco de semilla básica de Villa clara - Cienfuegos, ubicado en áreas del desaparecido CAI “Espartaco”, sobre suelos Pardos sin Carbonato, extendiéndose a todos los bancos de producción de semilla registrada de caña de azúcar de las 5 Unidades Empresariales de Base (UEB) de la Empresa Azucarera Cienfuegos, cerrando la cadena de producción de semilla en los bancos certificados de la ganadería en cada municipio. (Figura 1)

Figura 1. Formas productivas involucradas para la producción de semilla para la ganadería en la provincia de Cienfuegos.

Como herramientas se utilizó el programa de desarrollo ganadero hasta el 2028 elaborado en la provincia de Cienfuegos por la subdirección de ganadería del Ministerio de la Agricultura, donde está definido el área comercial a desarrollar de caña de azúcar para la alimentación animal, estudios del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar que recomiendan cultivares con alto valor forrajero, y el reglamento que rige la producción de la semilla de caña de azúcar y su control fitosanitario en Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de semilla parte de 1.4 ha plantadas en el banco de semilla básica de Espartaco, que posibilita plantar 7.0 ha de semilla registrada en las 5 UEB de la provincia, para entregar por municipio la semilla necesaria para plantar 28 Ha de semilla certificada dentro de las áreas de la ganadería, posibilitando sembrar cada año 112.0 ha de caña de azúcar en áreas comerciales (Tabla I).

Tabla I. Programa de producción de semilla categorizada de caña de azúcar para la ganadería en la provincia de Cienfuegos. (UM hectáreas).

Semilla Básica	UEB (Empresa Azucarera)	Área semilla Registrada a plantar	Municipios de la provincia de Cienfuegos	Área semilla Certificada a plantar	Área Comercial a plantar
1.4	E Gómez	1.1	Cienfuegos	4.4	17.6
			Palmira		
	Ciudad Caracas	1.5	Cruces	6.0	24.0
			Cumayagua		
	5 de Septiembre	1.6	Rodas	6.4	25.4
			Lajas		
	14 de Julio	1.3	Abreus	6.5	26.0
	A Sanchez	1.5	Aguada	6.0	24.0
Provincia Cienfuegos		7.0		28.0	112.0
Coeficiente de Multiplicación		5.0		4.0	4.0

En la Tabla II, se expone las variedades a plantar en cada una de las UEB cañeras dando respuesta a las exigencias edafoclimáticas donde se desarrolla la ganadería en la provincia, todas con alto valor forrajero con digestibilidades de la materia seca superiores al 54 %.

Tabla II. Programa de producción de semilla categorizada de caña de azúcar para la ganadería en la provincia de Cienfuegos por variedades. (UM hectáreas).

UEB	Área a Plantar (ha)	Variedades			
		C86-12	Co 997	B 80250	C323-68
C Caracas	1,5	0,5		1,0	
A Sanchez	1,5	0,5	0,5		0,5
14 de Julio	1,3	0,3	0,5		0,5
E Gómez	1,1	0,6	0,5		
5 de Septiembre	1,6	0,6		1,0	
TOTAL	7,0	2,5	1,5	2,0	1,0

VALORACION ECONOMICA

Es cierto que establecer un sistema de semilla es costoso, pero los beneficios esperados pueden superar con creces la inversión, puesto que la concentración de los esfuerzos para el control fitosanitario en la semilla es siempre preferible y más económica que correr el riesgo de diseminar a escala comercial, una patología transmisible a través de la propagación vegetativa. Azcuba (2010).
Otro aspecto que abarata los costos es la utilización de la misma infraestructura existente para la producción de semilla para la producción de azúcar, (instalaciones, maquinaria, implementos, plantas de tratamiento hidrotérmico, equipamiento para la aplicación de medios biológicos y químicos), y la experiencia consolidada con varias décadas de trabajo de obreros y técnicos en cada uno de los bancos de semillas involucrados. En la Tabla III se exponen los resultados económicos del primer y segundo ciclos de producción de semilla.

Tabla III. Análisis de ingreso y gastos. Resultados por año. (MN)

Gastos por año	Gastos	Ingresos	Resultados
Año 1 (2016)	13222.35	52364.20	39141.85
Año 2 (2017)	3417.47	46340.00	42922.53
Total	16639.82	98704.20	82064.38

CONCLUSIONES

1. Se dispone por vez primera de un programa integral de producción de semilla categorizada para la ganadería que posibilitö:
   - Producir 400 Tm de semilla de forma sostenible cada año.
   - Organizar la cadena de producción de semilla (Básica – registrada – certificada).
   - Disminución del empleo de semilla procedente de plantaciones comerciales.
   - Incremento en población y rendimientos agrícolas de las plantaciones comerciales.
   - Eliminación de las mezclas de variedades.
   - Aumentar la vida útil de las variedades comerciales y la conservación de su integridad genética.
   - Contribuir a la prevención y control de las principales plagas y enfermedades.
   - Actuar como mecanismos de control en la introducción y eliminación de variedades, así como en la inspección y certificación de semilla.

2. La inserción de la producción de semilla para la ganadería en los bancos de semilla de caña de azúcar de la empresa Azucarera Cienfuegos, permite optimizar los recursos disponibles y minimizar las inversiones para el desarrollo de semilla categorizada para la ganadería en el territorio, al mismo tiempo que se convierte en una nueva fuente importante de ingreso donde en el presente y próximo año aportara ingresos en el orden de los **82064.38 $ MN.**

BIBLIOGRAFIA

1. AZCUBA (2010) Reglamento para la producción de semilla de caña de azúcar.

ANÁLISIS INTEGRAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA ZAFRA EN EL INGENIO "FERNANDO DE DIOS"

INTEGRAL ANALYSIS OF THE HARVEST BEHAVIOR IN "FERNANDO DE DIOS" SUGAR MILL

Autor (es): Cruz, R.*, Ibarra, J., Hernández, G., Mendoza, Y., Basto, Y. y Luis, O.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín.

***e-mail: rubisel.cruz@inicahl.azcuba.cu**

Resumen

Se presentan los resultados de un estudio realizado con el objetivo de evaluar la calidad de la materia prima y su incidencia sobre el rendimiento industrial en el ingenio "Fernando de Dios" en la zafra 2013-2014. Para ello, se evaluaron variables climáticas, agrícolas e industriales y se realizaron Análisis de Componentes Principales (ACP), para conocer la importancia relativa de las mismas, así como las asociaciones más importantes. Las lluvias precosecha y durante ésta fueron abundantes y las temperaturas mínima, media y máxima se comportaron por encima de la media de los últimos diez años, con las consiguientes afectaciones a la calidad de la materia prima y los indicadores de eficiencia del ingenio; estos y otros factores contribuyeron a que algunos indicadores de la industria se comportaran por debajo de lo planificado o estuvieran distorsionados.

Palabras clave: calidad, eficiencia industrial, rendimiento.

Abstract

In this paper, results of a study carried out with the objective of evaluating the quality of the raw matter and their incidence on the industrial yield in the "Fernando de Dios" sugar mill in the 2013-2014 harvest, are presented. For it, climatic, agricultural and industrial variables were evaluated and Principal Components Analysis (PCA) was carried out, in order to know the relative importance of them, as well as the most important associations. Pre harvest rains and during it were abundant and the minimum, medium and maxim temperatures behaved above the mean of the last ten years, with the resulting affectations to the quality of the raw matter and the indicators of efficiency of the sugar mill; these and other factors contributed to that some indicators of the industry behaved below that planned or be distorted.

Key words: quality, industrial efficiency, yield.

Introducción

La zafra azucarera constituye uno de los últimos eslabones de un largo y complejo proceso productivo, cuya eficiencia refleja el grado de optimización de los diferentes factores que inciden en la misma; por ello, en Cuba se han efectuado diversos análisis para esclarecer las causas del deficiente comportamiento del rendimiento en diferentes ingenios azucareros, entre ellos, los realizados por Argota et al. (inédito), Cruz et al. (2014) y González et al. (2015).
Teniendo en cuenta que en el primer periodo de la zafra 2013- 2014, el rendimiento industrial del ingenio "Fernando de Dios" había estado por debajo de lo planificado, se realizó este estudio, con el objetivo de efectuar un análisis de la calidad de la materia prima que se estaba procesando y su efecto en el rendimiento reportado por la industria.

Materiales y métodos

Se analizaron los resultados de los muestreos para la programación de la cosecha, los registros mensuales de lluvia de las diferentes Unidades Productoras, así como las temperaturas promedio mensuales (mínima, media y máxima), las informaciones contenidas en las hojas de análisis del laboratorio, las emitidas por la Sala de Análisis del ingenio y el balance varietal y su proyección hasta el 2018; además, se realizaron visitas a varios de los frentes de corte, ubicados en diferentes Unidades.
Con las variables climáticas, del laboratorio y de la caña molida, se realizaron Análisis de Componentes Principales (ACP), para conocer la importancia relativa de las mismas, así como las asociaciones más importantes. El periodo analizado comprendió las decenas correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo, excepto la primera de enero (inicios de la zafra).

Resultados

En las figuras 1 y 2 se presenta el promedio de lluvias caídas en los últimos 25 años en las cinco UEB de la provincia Holguín y su distribución por meses en la UEB "Fernando de Dios", respectivamente, observándose que en ésta fueron más abundantes, con valores máximos en los meses de mayo-junio y septiembre-diciembre.

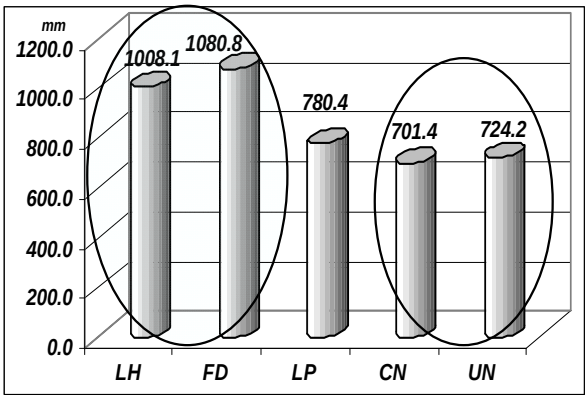


Fig. 1. Promedio de lluvias en las UEB provincia Holguín.

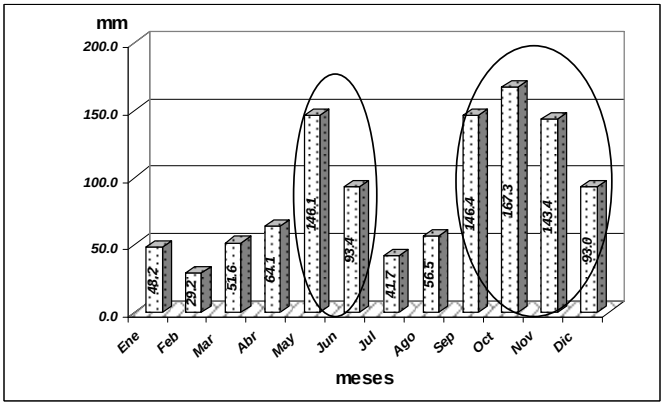


Fig. 2. Distribución mensual de las lluvias en la de la UEB "Fernando de Dios"

En la etapa de Primavera – Verano, las lluvias resultan insuficientes para satisfacer las demandas del cultivo y de octubre a enero son abundantes, con las consiguientes afectaciones a la maduración; este aspecto se acentúa debido al predominio de Vertisuelos (68.9 % del área), que retienen un alto contenido de humedad por períodos largos de tiempo.

En la figura 3 se presenta el comportamiento de las lluvias mensuales desde noviembre hasta marzo de la zafra 2013-2014, comparado con las medias del período 1998–2012, observándose que en los meses de noviembre / 2013 y febrero / 2014 fueron muy superiores, por lo que se considera que han dificultado la concentración de sacarosa durante la mayor parte de la zafra, incluyendo los meses de diciembre y enero, si se tiene en cuenta que las mismas ejercen un efecto acumulativo sobre dicha variable.

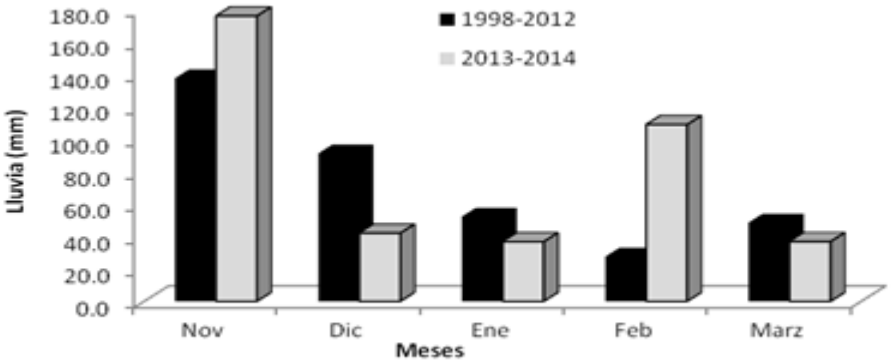


Fig. 3. Comportamiento de las lluvias (1998-2012 y 2013-2014).

Otro factor a considerar es la temperatura, pues ésta resultó superior en todos los meses de la temporada 2013-2014, respecto al comportamiento medio de la temperatura mínima, media y máxima del período 2004–2012 (figura 4).

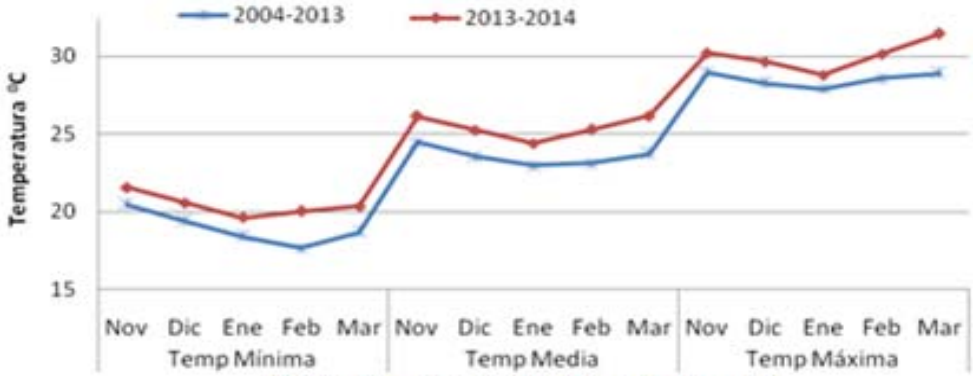


Fig. 4. Comportamiento de la temperatura

La matriz de correlaciones del ACP (figura 5) mostró una relación positiva estrecha entre el Brix, pol, pureza y RPC, la cual fue más débil con el Rdto.96^0. A su vez, el RPC estuvo asociado negativamente con el porcentaje de materias extrañas, lo que corrobora resultados obtenidos en este ingenio, reportados por Cruz et al. (2014), así como por González et al. (2015) en otros ingenios de Cuba.

Las lluvias del segundo mes anterior, la suma de los dos anteriores y la suma de la del mes más la de los dos meses anteriores estuvieron asociadas negativamente con el Brix, el pol, la pureza, el RPC y el Rdto. 96°, Asimismo, la pureza también estuvo asociada negativamente con la temperatura mínima del mes anterior, lo que corrobora el importante papel de las temperaturas bajas en la maduración; este resultado corrobora lo expuesto por Rao et al. (2007), quienes encontraron un efecto positivo de las temperaturas mínimas más bajas sobre la acumulación de sacarosa. Por otra parte, el porcentaje de azúcares reductores estuvo asociado positivamente con las lluvias del mes más la de los dos anteriores y con la temperatura mínima, media y máxima del mes.

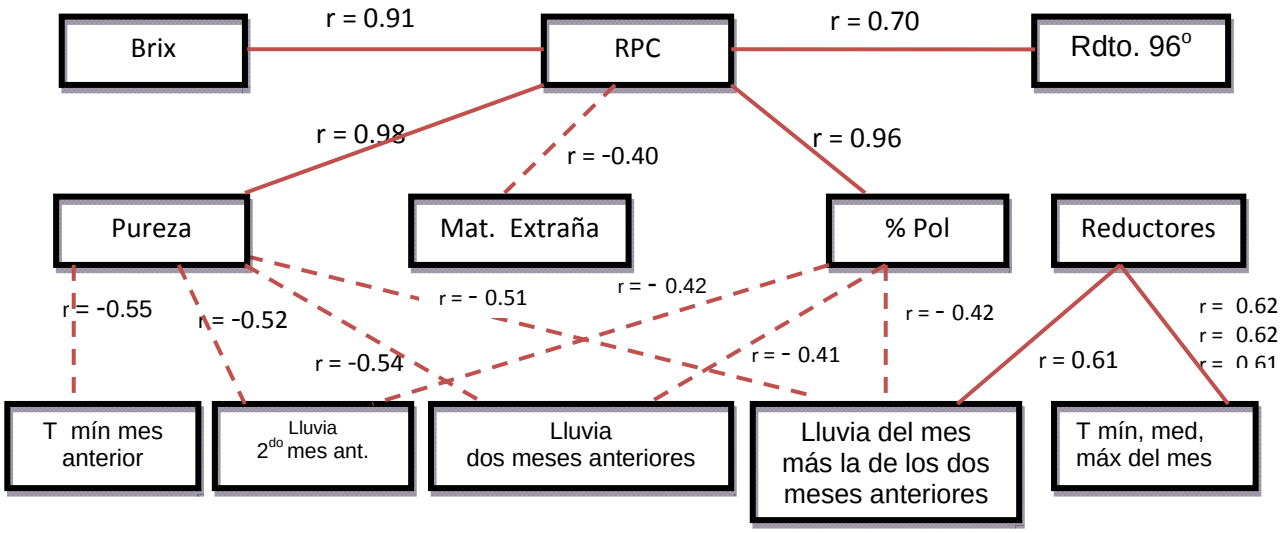


Fig. 5. Matriz de correlaciones del Análisis de Componentes Principales.

Conclusiones

Las lluvias del período pre cosecha, fundamentalmente las de noviembre, así como las de febrero, fueron abundantes y la temperatura mínima, media y máxima se comportaron por encima de la media histórica, provocando afectaciones a la maduración, la calidad de la materia prima y los indicadores de eficiencia del ingenio.

La UEB "Fernando de Dios" presenta particularidades climáticas específicas que dificultan el desarrollo normal de la zafra en el periodo inicial, por lo que se considera que el mes de enero no es propicio para efectuar zafra en este ingenio.

Hubo una relación positiva estrecha entre el Brix, pol, pureza y RPC, la cual fue más débil con el Rdto. 96^0, lo que sugiere que en éste han incidido otros factores, además de la calidad de la materia prima.

El ACP confirmó que la lluvia del segundo mes anterior, la suma de los dos anteriores y la suma de la del mes más la de los dos anteriores, afectaron el Brix, pol, pureza, RPC y el Rdto.96^0. La pureza también estuvo asociada negativamente con la temperatura mínima del mes anterior.

El contenido de azúcares reductores estuvo asociado positivamente con las lluvias del mes más la de los dos anteriores y con la temperatura mínima, media y máxima del mes

Referencias

1. Argota C. Alberto, Labarta S. J. Ibis y Bendig D. Betty. (inédito). Validación de los resultados a escala industrial de la variedad C86-503 en la provincia de Holguín. Informe técnico.
2. Cruz S. Rubisel, Ibarra R. José, Hernández P. Germán, Mendoza B.Yulexi y Luis M. Odalis. 2014. Comportamiento de la zafra en el ingenio "Fernando de Dios" durante el primer periodo del 2014. Resúmenes Jornada Científica-Productiva 30 Años al servicio del productor cañero en Las Tunas.
3. González M. Alberto N., Vera M. Antonio, Casanova C. Eduardo, Mesa L. José M., García P. Héctor, Ferrer R. Mayra, Betancourt G. Gricel, Jiménez L. Gilda y Sarmiento T. Nancy. 2015. Evaluación de la calidad de la caña molida y su incidencia sobre los rendimientos azucareros en Cuba. Memorias XIII Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados.
4. Rao, M. S., S. Anusonpornpurm and Pipat Weerathaworn. 2007. Selecting of multipurpose high- fibre sugarcane cultivars. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 26:730-734.

COMPORTAMIENTO AZUCARERO DE NUEVOS CULTIVARES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*. híbrido) EN LA PROVINCIA HOLGUÍN

SUGAR BEHAVIOR OF NEW COMMERCIAL SUGARCANE CULTIVARS (*Saccharum spp*. hybrid) IN THE HOLGUIN PROVINCE

Autores: Mendoza, Y.*; Cruz, R.; Céspedes, A.; Luis, O.; Rodríguez, J.; Vaillant, Y.; Argota, R.; Días, A. Céspedes, M.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. EPICA-Holguín. INICA. AZCUBA.

* yulexi.mendoza@inicahl.azcuba.cu

Resumen

El trabajo se desarrolló en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín con el objetivo de evaluar el comportamiento azucarero de cultivares recomendados en los últimos años y definir el momento óptimo de cosecha bajo las condiciones de la provincia, para lo cual en octubre de 2013, se plantó un experimento de campo, en condiciones de secano, con 21 cultivares, en un diseño de bloques al azar. Se evaluó el porcentaje de pol en caña en los meses diciembre, febrero y abril. Se realizó un análisis de varianza factorial de efecto fijo y pruebas de comparación múltiples de medias mediante Tukey. La mayoría de los cultivares no presentaron diferencias significativas con el testigo C1051-73, evidenciándose los buenos resultados del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba en la obtención de cultivares de alto contenido azucarero. Los mayores valores de porcentaje de pol en caña se alcanzaron a finales de zafra (abril).

Palabras clave: cultivares, pol en caña, caña de azúcar.

Abstract

The work was carried out at the Holguin Sugarcane Research Station in order to evaluate the sugar behavior of cultivars recommended in the last years and to define the harvest optimum time under the conditions of the province, for which in October 2013, a field experiment was planted in dry conditions with 21 cultivars in a randomized block design. The pol percentage in cane was evaluated in the months of December, February and April. Was performed a fixed factorial variance analysis and was made means multiple comparison tests using Tukey. Most cultivars did not present significant differences with the control C1051-73, evidencing the good results of Sugarcane Plant Breeding Program in Cuba in the cultivation of sugarcane cultivars of high sugar content. The highest values pol percentage in cane were reached at the end harvest (April).

Keywords: cultivars, pol in cane, sugarcane.

Introducción.

El jugo de la caña de azúcar es el componente donde confluyen las diversas etapas de la agroindustria y su composición constituye un resumen de todos los factores que influyeron en el cultivo y cosecha (Matsuoka, 2001)[1].

Los cultivares de caña de azúcar están sujetos al deterioro que obliga su renovación y reemplazo irreversible por nuevos individuos de mejor respuesta a diferentes condiciones ambientales. (Jorge, 2009)[2].

Por otra parte, al disponerse de un número elevado de nuevos cultivares se hace necesario su manejo por períodos coincidentes de madurez, a lo que ha dado en llamarse, comúnmente “familia de variedades”, como

si fuera en la práctica un sólo individuo, lo que facilita la programación de cortes para el ingenio (Jorge et al., 2000)[3]. Durante los últimos años, el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) ha recomendado un grupo numeroso de variedades, las cuales han tenido un comportamiento satisfactorio en las respectivas provincias donde se han evaluado, pero en muchos casos se desconoce cómo es éste en otros ambientes, por lo que se desarrolló este trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento azucarero de un grupo de cultivares recomendados en los últimos años y definir el momento óptimo de cosecha bajo las condiciones de la provincia Holguín, Cuba.

Materiales y métodos.

Se evaluaron y analizaron datos correspondientes a la cosecha de Caña Planta y Retoño de un experimento plantado en octubre de 2013, bajo condiciones de secano, en el Bloque Experimental de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) Holguín. Se utilizaron 21 cultivares de caña de azúcar (Tabla I) recomendados por el INICA, obtenidos en diferentes años y zonas geográficas del país, se utilizó el cultivar C1051-73 como testigo.

Tabla I: Cultivares utilizados en el estudio.

C90-105	C90-501	C92-26	C92-524	C95-416	C97-538	C98-357
C90-317	C91-522	C92-325	C94-504	C96-435	C97-539	C00-575
C90-469	C92-203	C92-514	C95-414	C97-445	C98-128	**C1051-73**

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con tres repeticiones, con parcelas de 24 m^2. La variable evaluada fue el porcentaje de pol en caña (PPC). Las evaluaciones se realizaron en las cepas de Caña Planta y 1er Retoño, en los meses de diciembre, febrero y abril. Con los resultados del porcentaje de pol en caña, se realizó un análisis de varianza factorial de efecto fijo para conocer si existen diferencias significativas en la interacción de los factores cultivares y época del período de zafra. Una vez conocida que no existe diferencias significativas entre las interacciones, se realizaron pruebas de comparación múltiples de medias mediante Tukey, para los factores aislados (cultivares, cepa y época). El paquete estadístico empleado en el procesamiento de los datos fue STATISTICA v.6.

Resultados y discusión.

Los resultados del análisis de varianza factorial para la variable PPC (Tabla II), mostraron que existen diferencias significativas para los factores cultivares, cepa y época de cosecha, no así, para el caso de las interacciones, lo cual es muestra de que el patrón de comportamiento de las variedades no cambió sustancialmente de una cepa a la otra, coincidiendo con lo planteado por Mendoza et al., (2010)[4].

Tabla II. Resultados del análisis de varianza para la variable PPC.

Fuentes de variación	**SC**	**GL**	**CM**	**f**	**p**
Cultivar	153.61	20	7.68	3.45	0.000002
Cepa	731.84	1	731.84	328.28	0.000000
Replica	3.39	2	1.70	0.76	0.468284
Época	470.88	2	235.44	105.61	0.000000
Cultivar*Cepa	56.78	20	2.84	1.27	0.197024
Cultivar*Época	86.03	40	2.15	0.96	0.535769
Cultivar*Cepa*Época	59.86	40	1.50	0.67	0.935141
Error	561.78	252	2.23		
C.V.	15.36				

p<0.05

Leyenda: GL-Grados de Libertad SC-Suma de cuadrados CM-Cuadrados medio

Al realizar la comparación múltiple de medias entre los cultivares (Figura 1) se observó que la mayoría de estos no tuvieron diferencias significativas, solamente los cultivares C97-538 y C97-539 fueron superados

significativamente por el testigo C1051-73, ambos cultivares proceden del proyecto de mejoramiento para tolerancia al estrés por sequía. Este resultado reafirma el buen trabajo del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba en la obtención de genotipos con alto contenido azucarero.

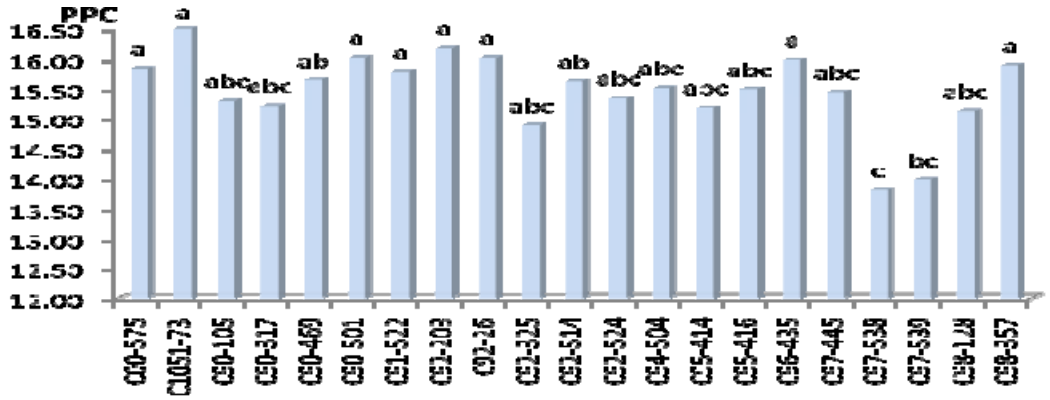


Figura 1. Comparación múltiple de medias entre los cultivares para la variable PPC.

La comparación múltiple de medias para las cepas (Figura 2), mostró que en la cepa Planta se alcanzaron los mayores valores de PPC, superando significativamente a la cepa Retoño, dicho comportamiento puede estar influenciado por el efecto de las lluvias durante todo el período de evaluación, pues el acumulado mensual de las lluvias en la cepa Retoño fue mayor que en la cepa Planta (Figura 3), por lo que es de suponer que hayan tenido un efecto negativo sobre el PPC, coincidiendo con los resultados obtenidos por Cruz et al., (2004)[5], cuando plantean que el mayor efecto de las lluvias sobre las variables Brix, Pol en jugo, Pureza, Pol en caña, RPC y Rendimiento base 96°, estuvo dado por la suma de la lluvia del mes, más la de los dos meses anteriores.

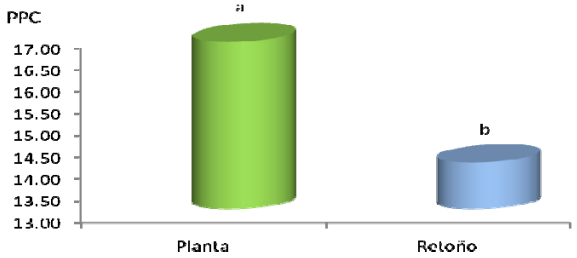


Figura 2. Comparación múltiple de medias para las cepas Planta y 1er Retoño.

Las lluvias causan una aceleración en el crecimiento de la planta y con ello la inversión de sacarosa, la cual es utilizada en la elongación de los tallos como fuente de energía, influenciando negativamente los contenidos de sacarosa (Chaves, 1982)[6].

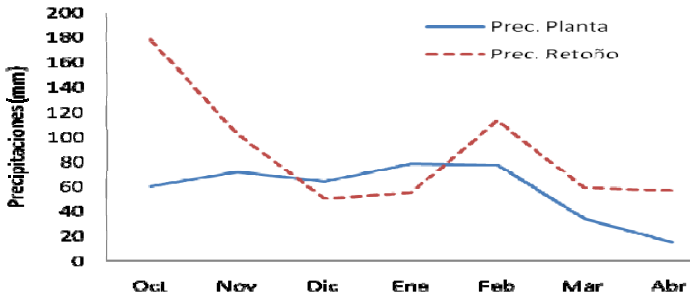


Figura 3. Comportamiento de las precipitaciones durante los meses de evaluación.

Los resultados de la comparación múltiple de medias para los diferentes momentos en que se evaluó el PPC (Figura 4), indican que todos los cultivares en estudio mostraron los mayores niveles de PPC en el mes de

abril superando de manera significativa los meses de evaluación de diciembre y febrero. Aunque dicho comportamiento indica que todos los cultivares evaluados en el estudio debieran cosecharse en Holguín a finales de zafra (abril – mayo), es preciso tener en cuenta que la zafra azucarera es un proceso que requiere disponer de determinados volúmenes de caña para cada período, por lo que es de especial importancia la definición de los cultivares a cosechar en cada uno. Asimismo, es necesario seguir buscando cultivares de alto contenido azucarero y madurez temprana para iniciar zafra.

Figura 4. Comparación múltiple de medias para el momento de la cosecha de los cultivares en estudio.

Conclusiones y recomendaciones.

- ✓ El estudio posibilitó adquirir un mayor conocimiento sobre el comportamiento azucarero de un grupo de cultivares recomendados en los últimos años.
- ✓ Los mayores valores de PPC se alcanzaron en la cepa Caña Planta, superando significativamente a la cepa Retoño.
- ✓ La mayoría de los cultivares no presentaron diferencias significativas con el testigo C1051-73, evidenciándose los buenos resultados del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba en la obtención de cultivares de alto contenido azucarero.
- ✓ Los resultados corroboran que los cultivares en estudio mostraron los mayores niveles de PPC en el mes de abril.
- ✓ Se recomienda priorizar dentro del Programa de mejora genética de la caña de azúcar la obtención de nuevos cultivares comerciales de madurez temprana y alto contenido azucarero.

Referencias

1. Matsuoka, S. Relatório anual do programa de melhoramento genético da cana de açúcar. UFSCar, Araras. 2001.49p.
2. Jorge, H. Estudio integral de variedades de caña de azúcar de importancia económica en condiciones de estrés por sequía para la optimización de su período de cosecha. Proyecto de innovación tecnológica. INICA. 2009. 20p.
3. Jorge H., Ibis Jorge, I. Santana, O. Santana y R. González. Manejo y Explotación de las variedades de caña de azúcar en Cuba. Revista Cuba y Caña. Año: 2000. pp. 26-28.
4. Mendoza, Y.; Cruz, R. y Odalis Luis. Comportamiento de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp. híbrido*) en condiciones de sequía. Memorias del XVII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2010. ISBN 978-959-7023-47-0.
5. Cruz, R., Ibis Labarta, Betty Bendig y Yakelín Basto. Análisis agroindustrial de la Empresa “Fernando de Dios”. XV Fórum de Ciencia y Técnica. 2004.
6. Chaves Solera, M. Memorias del Seminario de Tecnología moderna de caña de azúcar. Costa Rica. 1982. p: 28-40.

ALTERNATIVA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN MASIVA DE *Tetrastichus howardi* Olliff

ALTERNATIVE TO INCREASE THE EFFICIENCY IN THE *Tetrastichus howardi* Olliff MASSIVE PRODUCTION

Loddo, Z[1], de los Ríos, N[2], Hernández, E[2], Rodríguez, M[1], Jiménez, A.L[1] y Moreno, I[2]

1 Instituto de Investigaciones de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km 1½ carretera a la CUJAE, Boyeros, CP 19390, La Habana, Cuba. **E-Mail: zloddo@gesagr.azcuba.cu**
2 Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatogenos Empresa Azucarera Granma

RESUMEN

Evaluar diferentes alternativas para incrementar la eficiencia en la producción masiva de *Tetrastichus howardi* fue el objetivo de este estudio. Para la evaluación se montó un ensayo con diseño bifactorial con 3 tratamientos y 5 repeticiones en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos "Arquímedes Colina¨ y ¨Juan M. Márquez" de la provincia Granma Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete Statistica v. 8.1. Los valores obtenidos de % de parasitismo, eficiencia de la inoculación y total de adultos obtenidos en la progenie de *T. howardi* no arrojó diferencias estadísticas entre los tratamientos de crisálidas de *Galleria mellonella* desnudas y recubierta con cocón, el promedio de hembras obtenidos fue superior en estas últimas. La multiplicación de *T. howardi* sobre crisálidas de *G. mellonella* recubierta con cocón no compromete las características biológicas del parasitoide y constituyen una alternativa en la tecnología económicamente viable para aumentar la eficiencia.
Palabras claves: *Galleria*, parasitismo, proporción sexual, *Tetrastichus*,

ABSTRACT

Evaluating different alternatives to increase the efficiency in the mass production of *Tetrastichus howardi* was the objective of this study. For the evaluation, a trial with a bifactorial design with 3 treatments and 5 replicates was set up in the "Arquímedes Colina" and "Juan M. Márquez" reproduction of entomophagous and entomopathogen center in Granma province. Statistical analyzes were performed using the Statistica v. 8.1. The values obtained from % of parasitism, inoculation efficiency, total of adults obtained in the *T. howardi* progeny did not show statistical differences between the treatments of *Galleria mellonella* pupae naked and cocoon coated, the average number of females obtained was higher in these last. The multiplication of *T. howardi* on *G. mellonella* pupa covered with coconuts does not compromise the biological characteristics of the parasitoid and constitute an alternative in economically viable technology to increase efficiency.
Key words: *Galleria*, parasitism, sexual ratio *Tetrastichus*,

INTRODUCCION

Tetrastichus howardi (Olliff.) (Hymenoptera: Eulophidae) es un parasitoide de barrenadores asociados a las Poaceas, de amplia distribución al Sur de Asia, desde Pakistán e Islas Mauricio hasta Taiwán y el Este de Australia. Es caracterizado como un parasitoide larvopupal por su actuar en condiciones naturales (Vargas *et al.*, 2011). Ha sido informado como parasitoide de varias familias de lepidópteros, que incluyen a Crambidae, Noctuidae y Plutellidae (Costa *et al*., 2014). El uso de este parasitoides como control de plagas agrícolas, en una práctica común en estos días y su éxito depende de la selección de un hospedante que garantice una alta tasa de multiplicación, con sostenida eficacia en el control y bajos costo de producción (Pereira *et al*., 2010)

Por sus bondades y facilidades en la reproducción *Tetrastichus* ha sido utilizado con efectividad en varios Programas de control biológico de lepidópteros en diversos países, entre ellos Cuba, sin embargo su reproducción artesanal demanda de laboriosidad dado que en la metodología actual implementada en los CREE (Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos)se establece eximir el zurrón que envuelve la crisálida del hospedante *Galleria mellonella* Lin.(Lepidoptera: Galleridae) utilizado en su multiplicación, actividad que limita la productividad de la línea. Evaluar diferentes alternativas para la disminución de la manipulación y aumentar la eficiencia en la producción masiva de *T. howardi* Olliff constituyo el objetivo del presente estudio.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en los CREE "Arquímedes Colina Antúnez" y Juan Manuel Márquez del Grupo Empresarial AZCUBA ubicados en las localidades de Mabay y Media Luna, respectivamente de la provincia Granma. Para alcanzar el objetivo propuesto se montaron dos ensayos, uno en cada CREE, con diseño experimental de bloque al azar completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Cada tratamiento consistió en una unidad de parasitación de *T. howardi* (5 tubos de ensayo estériles de 15 x 3 cm, tapados con algodón previamente esterilizado) según la variante del tratamiento.

Tratamiento I: Crisálidas de *Galleria* desnudas (sin cocón) (C/s). Testigo. En cada tubo de ensayo se colocaron 20 crisálidas a las que previamente se les recortó el cocón blanco que las envuelve, dejando las crisálidas desnudas.

Tratamiento II: Crisálidas de *Galleria* recubiertas con cocón (C/c). En cada tubo de ensayo se colocaron 20 crisálidas envueltas en su cocón blanco.

Tratamiento III: Larvas de *Galleria* recubiertas con cocón (L/c). En cada tubo de ensayo se colocaron 20 larvas del último instar envueltas en el cocón blanco.

Para la reproducción del parasitoide se utilizó la metodología establecida por Álvarez y Grillo, (2004) y para garantizar homogeneidad en los tratamientos las larvas y crisálidas empleadas procedían de un mismo lote y los adultos de *Tetrastichus* con una post emergencia de 48 horas. Las evaluaciones se realizaron a los 7 días posteriores a la infestación (fase de post-parasitación).Por tratamiento se cuantificaron las crisálidas parasitadas, no parasitadas, los parasitoides emergidos de ellos; las hembras y machos. El sexo se determinó de acuerdo a las características morfológicas de las antenas (Costa *et al*., 2014). La relación sexual y el porcentaje de hembras fueron calculados a partir de hembras y machos nacidos por variante.

Todos los valores se registraron en una tabla de Excel para los análisis estadísticos mediante el paquete Statistica v. 8.1, posterior a la comprobación de la normalidad por la Prueba de Shapiro Wilks. Los promedios de las características biológicas evaluadas se compararon mediante el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis ANOVA bifactorial y las diferencias fueron estimadas por la Prueba de chi cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se pudo corroborar la homogeneidad de varianza de los datos obtenidos de las evaluaciones realizadas. Los valores obtenidos de los totales de crisálidas de *Galleria* parasitadas, eficiencia de la inoculación y el total de adultos obtenidos en la progenie de *T. howardi* no arrojó diferencias estadísticas entre los CREE evaluados.

La comparación de los valores obtenidos en las variables, relacionadas con el parasitismo, evaluadas en los diferentes tratamientos se presenta en la tabla I, donde se observa que este varió significativamente, entre las larvas del último instar (L/c) y el resto de los tratamientos. El parasitismo obtenido en las larvas del último instar y las crisálidas de *Galleria* con el cocón fueron inferior al testigo crisálidas de *Galleria* con cocón donde se logró en general un 99% de parasitismo, sin embargo en la variante de crisálidas sin cocón y larvas con cocón los promedios de parasitismo fueron 97.5 y 87%, respectivamente, comprendido en los estándar

de calidad establecido para esta línea de producción, de acuerdo a lo planteado por Álvarez, (2004) valores superiores al 85% son considerados como satisfactorios.

Tabla I. Comparación de los valores de parasitismo, eficiencia de la inoculación y promedio de *T. howardi* en diferentes variantes de inoculación.

Media	Parasitismo			Eficiencia de la inoculación			Promedio de Adultos		
	C/s	C/c	L/c	C/s	C/c	L/c	C/s	C/c	L/c
A Colina	100	97	91	86	83	14	231,4	239,0	182,6
J Marquez	98	98	83	91	92	73	225,2	238,0	174,2
Chi-Square			1.330.3			1.167.4			5.600.0
Significación			**			**			*

Leyenda: C/s…Testigo crisálidas sin cocón C/c ... crisálidas con el cocón L/c Larvas del ultimo instar.

Con respecto a la eficiencia en J.M. Márquez se registró una mayor eficiencia en el parasitismo en todos los tratamientos en comparación a los valores obtenidos en A. Colina, sin embargo el promedio de adultos en la descendencia fue superior en A. Colina (Tabla I) se observó diferencia altamente significativa entre el tratamiento III y el testigo y el tratamiento II y que estos a su vez no difieren entre sí. *T. howardi* es capaz de parasitar y detener el desarrollo de las larvas del último instar de *G. mellonella*, pero sin embargo la sobrevivencia de la progenie se logra en solo el 43,5% de las larvas parasitadas. Esto evidencia que a pesar que se haya señalado como un parasitoide larvopupal, quizás estas características estén restringidas solamente al hábitat natural (Vargas *et.al.*, 2011).

El elevado % de parasitismo de *T. howardi* en las larvas del último instar de *Galleria* y las crisálidas con cocón demuestra la capacidad parasítica del parasitoide, aspecto importante para un proceso productivo, ya que pueden contribuir en la reducción de la manipulación en la preparación del material para la infestación, con efecto directo en la eficiencia y disminución de los costos por tiempo de empleo en la producción, sin implicación en la eficiencia. De igual forma en la obtención de adultos en el tratamiento III fue significativamente inferior al testigo y a la variante II. Se obtiene entre un 22 y 25% de adultos menos en la variante III con relación a la II y al testigo, respectivamente. En el proceso de parasitismo y obtención de adulto en la variante 3 se deja de producir aproximadamente el 68% del estimado a producir, mientras que en la variante II solo u 5% menos.

Estos resultados son importante, ya que los valores demuestran el inconveniente de utilizar las larvas del último instar en la reproducción artesanal del parasitoide, a diferencias de la crisálida con cocón que no difiere del testigo. Seria sugerente profundizar en la causas que propician este resultado, teniendo en cuenta que pueden ser de tipo conductual, propia de la especie o como consecuencia de una inadecuada selección o manipulación del material biológico. El análisis del comportamiento de la progenie de *T. howardi* se presenta en la tabla II. Como se observa existen diferencias significativas entre las larvas del último instar (L/c) y el resto de los tratamientos con excepción del total de machos.

Los resultados obtenidos en este estudio expresan, que las hembras de *T. howardi* no solo parasitaron homogéneamente las crisálidas del hospedantes en diferentes variantes, sino que además, los rendimientos de hembras fueron altos y significativamente diferentes entre variantes. Los valores mayores se corresponden con el de crisálidas con cocón (204,3), mientras que los menores con el tratamiento III (146,5). El rendimiento de machos fue bajo (35,1-31,9), mientras que la proporción de sexo, relación hembra/macho osciló en alrededor de 4-6/1 hembras, la proporción más alta se obtuvo en el tratamiento II (5.97 de promedio entre ambos CREE), así como el porcentaje de hembra en la progenie fueron similares a los resultados anteriores, el promedio más alto correspondió con el tratamiento II con valor promedio de 85.6% entre ambos CREE.

Tabla II. Comparación de los valores de la progenie de *T. howardi* en diferentes variantes de inoculación.

Media	Total Hembras			Total Machos			Proporción de sexo			%Hembras		
	C/s	C/c	L/c	C/s	C/c	L/s	C/s	C/c	L/s	C/s	C/c	L/s
A Colina	196,2	204,2	146,8	35,2	34,8	35,8	5,57	5.86	4.1	84,8	85,4	79,7
J Marquez	190,2	204,4	146,2	35,0	33,6	28,0	5,43	6.08	5.22	84,3	85,9	83,9
Chi-Square			1.040.0			1.875.0			7.200.0			7.200.0
Significación			**			NS						*

Leyenda: C/s…Testigo crisálidas sin cocón C/c ... crisálidas con el cocón L/c Larvas del ultimo instar

Álvarez (2004) destaca que la proporción sexual debe estar en el entorno de 5/1 con un óptimo de 4/1cuatro a uno, lo que permite lograr un adecuado aprovechamiento del hospedante disponible para parasitar. Álvarez y Grillo (2004) aseguran que aunque un macho logra fecundar satisfactoriamente entre 7 y 8 hembras, es aconsejable que la relación hembra/macho sea menor para garantizar un parasitismo superior. Estos resultados permiten recomendar la introducción en la técnica productiva de la variante de inoculación de las crisálidas de *G. mellonella* recubiertas con el cocón lo que permitirá incrementar la productividad con indicadores económicos superiores, todo ello, sin afectar la calidad del medio biológico, por la utilización de crisálidas de *Galleria* sin recortar, labor que genera mano de obra y altos niveles de pérdidas por daño mecánico de las crisálidas, incidiendo en la mortalidad en la fase de post-parasitación. La baja mortalidad y el escaso número de crisálidas no parasitadas en la fase prevista, permite que un mayor porcentaje de todo lo utilizado en la inoculación se revierta en producto terminado.

CONCLUSIONES

La multiplicación de *T. howardi* sobre crisálidas de *Galleria mellonella* recubierta con cocón no compromete las características biológicas del parasitoide y constituyen una alternativa en la tecnología económicamente viable para aumentar la eficiencia de la producción.

RECOMENDACIONES

Estandarizar la técnica de reproducción para garantiza un producto final de mayor calidad biológica y con sustentabilidad.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1-Vargas, E.L.; Pereira, F.F.; Tavares, M.T.; Pastor I, P.L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. Entomotropica, v. 26, p. 143-146, 2011

2-Costa DP, Pereira FF, Kassab SO, Rossoni C, Favero K, Barbosa RH. Reproduction of *Tetrastichus howardi* on *Diatraea saccharalis* pupae of different ages. Amaz J Agric Environ Sci. 2014;57 (1):67-71. Doi: 10.4322/rca.2013.067

3-Pereira FF, Zanuncio JC, Pastori PL, Pedrosa AR, Oliveira HN. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. Rev Ciênc 4-Agron.2010; 41(4):715-720. Doi: 10.1590/S1806-66902010000400028.

5-Álvarez, G. J. F. y H. Grillo R. 2004. Instructivo técnico para la producción de *Tetrastichus howardi* (Olliff.)

6-Álvarez, G. J. F. 2004. Estudios bioecológicos, reproducción artificial y liberación de *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide pupal de *Diatraea saccharalis* (Fab.) en Cuba. Tesis para aspirar al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Villa Clara 178 pp.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA LA VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE RESISTENCIA AL MOSAICO DE LA CAÑA DE AZÚCAR
COMPARISON OF METHODS FOR VALIDATION OF RESISTANCE TRIALS TO SUGARCANE MOSAIC

Autor (es): Puchades Y*, La O M, Rodríguez E, Rodríguez M, González R

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba
* yaquelin.puchades@inicasc.azcuba.cu

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo comparar dos métodos para la validación de los ensayos de resistencia al mosaico de la caña de azúcar. Para ello se conformó una base de datos (2007-2013) con la información en cada localidad de prueba sobre porcentaje de infección (PI) de los cultivares controles. La validez de los experimentos se comprobó mediante la metodología vigente en los Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético en Cuba y la comparación de medias entre cultivares controles. Los resultados mostraron que, según la metodología vigente, 13 ensayos fueron no válidos lo que disminuye la eficiencia del proceso de selección. Sin embargo, mediante prueba de comparación de medias cuatro ensayos no mostraron diferencias estadísticas entre controles. Este método proporcionó una alternativa más confiable para la validación de las pruebas de resistencia al mosaico
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, resistencia, mosaico

ABSTRACT

This work aimed to compare two methods for the validation of sugarcane mosaic resistance tests. For this purpose, a database (2007-2013) was created with the information on percentage of infection (PI) of the control cultivars in each test location. The results of the experiments were verified by the methodology in the Procedures of the Sugarcane Breeding Program in Cuba and the comparison of means between control cultivars. The results showed that, according to the current methodology, 13 trials were invalid which reduced the efficiency of the selection process. However, by means of comparison test means four trials did not show statistical differences between controls. This method provided a more reliable alternative for the validation of mosaic resistance tests
KEY WORDS: sugarcane, resistance, mosaic

INTRODUCCIÓN

El control de enfermedades en caña de azúcar se logra fundamentalmente mediante el uso de cultivares resistentes. Para las enfermedades más importantes del cultivo en Cuba, se han desarrollado ensayos de resistencia para clasificar los nuevos clones que se obtienen en el Programa de Mejoramiento Genético dirigido por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA.)

En Cuba, los ensayos de resistencia al mosaico de la caña de azúcar se establecen en la última fase de selección mediante inoculación artificial del agente causal de la enfermedad (*Sugarcane mosaic virus, SCMV*), en las localidades Jovellanos (Matanzas), Florida (Camagüey) y Guaro (Holguín). La validación de estas pruebas se realiza mediante criterios basados en la clasificación de los cultivares controles según la escala propuesta por Kolobaev *et al*., (1). El objetivo de este trabajo fue comparar dos métodos para la validación de los ensayos de resistencia al mosaico de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se conformó una base de datos (2007-2013), con la información en cada localidad de prueba sobre porcentaje de infección (PI) de los cultivares controles. Se comprobó la validez de los experimentos mediante la metodología vigente (2) y la comparación de medias entre cultivares controles.

Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético (INICA, 2011): Se determinó el grado de reacción de los cultivares controles según la escala propuesta por Kolobaev *et al*. (1). La comprobación de los resultados se efectuó a través los criterios de validación: que B42231 (altamente resistente, AR) no alcance un PI equivalente a 39MQ832 (moderadamente resistente, MR) y que el de C236-51 (altamente susceptible, AS) sea superior a este grado intermedio.

Comparación de medias de PI entre cultivares controles: Se realizó prueba de comparación múltiple de medias mediante las décimas de Tukey ($p < 0.05$) a la variable PI transformada con la expresión: $x' = \sqrt{(x)+0,5}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los ensayos de resistencia al *SCMV* según las normas vigentes mostró que en seis no se diferenciaron las categorías AR y MR, y en otros siete MR y AS (Tabla I). De acuerdo con los criterios de validación, 13 experimentos fueron no válidos lo que conllevó al rechazo de los mismos.

Tabla I. Grado de reacción de los cultivares controles en los ensayos de resistencia al *SCMV* del período 2007-2013 según las Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético (2).

Localidad	Año	Ensayo	Grado de reacción/Control		
			AR	MR	AS
Florida	2007	Fl-07	1	3	5
	2008	Fl-08	3	4	5
	2009	Fl-09	3	4	5
	2010	Fl-10*	3	4	4
	2011	Fl-11*	3	4	4
	2012	Fl-12*	3	3	4
	2013	Fl-13*	3	3	4
Guaro	2007	Gr-07	3	4	5
	2008	Gr-08	3	4	5
	2009	Gr-09*	3	3	4
	2010	Gr-10*	3	3	4
	2011	Gr-11*	3	4	4
	2012	Gr-12*	2	4	4
	2013	Gr-13	2	3	4
Jovellanos	2007	Jv-07*	3	3	5
	2008	Jv-08*	1	4	4
	2009	Jv-09*	1	4	4
	2010	Jv-10	1	2	3
	2011	Jv-11*	1	3	3
	2012	Jv-12	1	2	3
	2013	Jv-13*	3	3	4

Leyenda: AR (Altamente Resistente); MR (Moderadamente Resistente); AS (Altamente Susceptible); Jv (Jovellanos); Fl (Florida); Gr (Guaro); 07 (2007); 08 (2008); 09 (2009); 10 (2010); 11 (2011); 12 (2012); 13 (2013). * Ensayo no válido.

La comparación de medias entre PI de cultivares controles en cada ensayo disminuyó el número de experimentos descartados con relación a las normas vigentes (Tabla II). La variabilidad observada en la respuesta de resistencia al *SCMV* de los cultivares controles afectó directamente la clasificación de los clones en estudio. Esto pudo ocasionar eliminación de los tolerantes con la consecuente pérdida de diversidad genética o la liberación de susceptibles, así como el incremento del riesgo de ocurrencia de la enfermedad.

Tabla II. Comparación de medias del PI de los cultivares controles en los ensayos de resistencia al SCMV del período 2007-2013 en las localidades Jovellanos, Florida y Guaro.

Ensayo	Porcentaje de Infección/Control					
	AR		MR		AS	
Fl-07	0,0	c	22,5	b	82,5	a
Fl-08	27,5	c	47,5	b	72,5	a
Fl-09	27,5	c	57,5	b	67,5	a
Fl-10	30,0	c	40,0	b	50,0	a
Fl-11*	27,5	b	45,0	a	40,0	a
Fl-12	17,5	c	32,5	b	52,5	a
Fl-13	17,5	c	32,5	b	42,5	a
Gr-07	27,5	c	52,5	b	77,5	a
Gr-08	27,5	c	57,5	b	97,5	a
Gr-09	22,5	c	32,5	b	45,0	a
Gr-10	22,5	c	32,5	b	42,5	a
Gr-11*	12,5	b	42,5	a	45,0	a
Gr-12	7,5	c	42,5	b	62,5	a
Gr-13	7,5	c	32,5	b	47,5	a
Jv-07	12,5	c	17,5	b	87,5	a
Jv-08	0,0	c	37,5	b	57,5	a
Jv-09*	0,0	b	42,5	a	47,5	a
Jv-10*	0,0	b	5,0	b	25,0	a
Jv-11	0,0	c	12,5	b	22,5	a
Jv-12	0,0	c	7,5	b	32,5	a
Jv-13	12,5	c	22,5	b	37,5	a
Media General (PI %)	14,3		34,0		54,0	
CV (%)	11,4		15,0		13,0	

Leyenda: AR (Altamente Resistente); MR: Moderadamente Resistente; AS: Altamente Susceptible; Jv (Jovellanos); Fl (Florida); Gr (Guaro); 07 (2007); 08 (2008); 09 (2009); 10 (2010); 11 (2011); 12 (2012); 13 (2013). Letras diferentes denotan diferencias significativas $p< 0,05$. * Ensayo no válido.

La variabilidad observada en la respuesta de resistencia al *SCMV* de los cultivares controles según los resultados con el empleo de la metodología vigente, afectó directamente la clasificación del material en estudio. Esto pudo ocasionar eliminación de los tolerantes con la consecuente pérdida de diversidad genética o la liberación de susceptibles, así como el incremento del riesgo de ocurrencia de la enfermedad.

A los efectos de la selección y explotación comercial las categorías AR y MR, se aceptan y manejan bajo los mismos principios. Sin embargo, las plantaciones con estos últimos deben mantenerse en observación estricta para no pasar por alto el efecto de la enfermedad, ya que el nivel de infección puede aumentar y amenazar la economía de la cosecha (3).

Las diferencias estadísticas observadas entre los cultivares controles en los ensayos de resistencia al *SCMV*, proporcionó una alternativa para la validación de estos experimentos. Al respecto Stringer *et al*. (4), plantearon que en cada ensayo se deben determinar las diferencias significativas entre ellos y según estas, establecer los grupos de clasificación.

En Cuba el empleo de solo tres cultivares controles en las pruebas de resistencia al *SCMV* es una desventaja, pues, como máximo se logró distinguir iguales grados en la respuesta. Estos son insuficientes aun cuando el objetivo de los estudios sea descartar cultivares susceptibles, pues, tal como se ha demostrado, no siempre quedan estadísticamente bien diferenciados.

Los resultados obtenidos muestran limitaciones del método vigente para evaluar resistencia al mosaico. Esto es importante porque implica errores en la clasificación de cultivares e ineficiencia en el proceso de selección. Por tanto, las alternativas que perfeccionen la actual metodología son necesarias para hacer más confiable la clasificación de la resistencia varietal.

CONCLUSIONES

La comparación de medias proporcionó una alternativa para la validación de los ensayos de resistencia al mosaico.

REFERENCIAS

1. Kolobaev, V.A.; Carvajal, O.; Alfonso, F.; González R. Breeding sugarcane resistant to multiple disease pest in Cuba. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 1983; 18: 719-727.
2. INICA. Manual de Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento. Boletín Especial Cuba&Caña, 2011; 200 p.
3. Anwar, M.S.; Khan, H.A.; Munir, M.; Chattha, A.A.; Zia, A. Integrated control strategies for sugarcane disease. Pakistan Sugar Journal, 2010; 25: 7-9.
4. Stringer, J.; Croft, B.; Deomano, E.; Bhuiyan, S. Analysis of sugarcane disease screening trials over years with a mixed model to improve ratings of varieties. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 2013; 28: 1-6.

CONSERVACIÓN DE CULTIVOS MICROBIANOS DE IMPORTANCIA AGRONÓMICA PARA EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR
CULTURE COLLECTION OF IMPORTANT MICROORGANISM IN SUGARCANE CROP

Autor (es): Tamayo M*, Puchades Y, Chacón V, Loddo Z, Rodríguez O, Peña M, Alfonso F

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
* e-mail monica.tamayo@inicasc.azcuba.cu

RESUMEN

El Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba posee una colección de microorganismos, pero es necesario incrementar la diversidad microbiana de la misma. El estudio se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente Sur, desde noviembre del 2015 hasta diciembre del 2016; se dividió en dos fases: creación y mantenimiento de la colección. Para el aislamiento de microorganismos se colectaron y procesaron muestras de diferentes partes de plantas de caña de azúcar, producto terminado (Trichoderma) e insectos enfermos. La colección de microorganismos presentó un 93% de recuperación de cepas. Las cepas de los microorganismos pertenecientes a los géneros Fusarium, Fumago, Puccinia y Trichoderma resultaron ser las de mayores porcentajes de recuperación independientemente del método empleado. Se mantuvo la estabilidad morfológica, la viabilidad y pureza de las cepas de 10 géneros estudiados pertenecientes a la colección.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, microorganismos, colección

ABSTRACT

The Sugarcane Research Institute of Cuba (INICA) has a collection of microorganisms, but it is necessary to increase the microbial diversity of this. The study was developed in the plan Protection Laboratory of the Sugarcane Territorial Research Station Oriente-Sur, from November 2015 to December 2016. The work was divided into two phases: creation and maintenance of the collection. For the isolation of microorganisms samples of different parts of sugarcane, finished product (*Trichoderma*) and diseased insects were collected and processed. The collection of microorganisms showed a 93% recovery of strains. Strains of the microorganisms belonging to the genera *Fusarium, Fumago, Puccinia* and *Trichoderma* proved to be the ones with the highest percentages of recovery regardless of the method used. The morphological stability, viability and purity of the strains of 10 genera studied belonging to the collection were maintained.
KEY WORDS: sugarcane, microorganism, collection

INTRODUCCIÓN

La preservación de cultivos de microrganismos viables, puros y genéticamente estables son requisitos imprescindibles en todo método de conservación para garantizar la reproducibilidad de las investigaciones microbiológicas básicas o aplicadas (Fernández et al., 2013). El Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba posee una colección de microorganismos, pero es necesario incrementar la diversidad microbiana de ésta, para su explotación agronómica en pruebas de resistencia, protección de la semilla, en el control biológico de las plagas, así como en la elaboración de biofertilizantes, además de la utilización con fines didácticos de la biodiversidad microbiana presente en el ecosistema cañero, (Alfonso, 2016).

El objetivo de éste trabajo es mostrar los resultados en la preservación de especies de interés agronómico para el cultivo de la caña de azúcar que integran ésta colección.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el período comprendido de noviembre del 2015 hasta diciembre del 2016. El estudio se dividió en dos fases: creación y mantenimiento de la colección.

Creación de la Colección: El aislamiento de microrganismos se realizó de diferentes partes de plantas de caña de azúcar, producto terminado (*Trichoderma*) e insectos enfermos. Los extractos crudos de hojas y tallos y partes de éstos, se sembraron en medios de cultivos específicos para la identificación de bacterias u hongos. El análisis microbiológico del producto terminado *Trichoderma*, y suelo se realizó a partir de diluciones seriadas sembradas medio de cultivo Czapek. A las esporas de carbón y royas se les determinó el porcentaje de germinación en Czapek líquido modificado.

Se obtuvieron cultivos puros de los microorganismos, y se clasificaron por las claves existentes en el manual para la identificación de los hongos fitopatógenos de la caña de azúcar en Cuba, el texto Bacterias y hongos fitopatógenos (Mayea y Padrón, 1983), y las existentes en Sanidad Vegetal Provincial (Santiago de Cuba). Además, se usó como herramienta complementaria las galerías de fotos de las cepas y observaciones microscópicas obtenidas de las bases de datos de corte científico Redalic, Scielo y Ecured.

La supervivencia de los microrganismos clasificados se realizó con la utilización de cuatro métodos: agua destilada estéril (método de Castellani), aceite mineral estéril, Glycerol 75% y sílica gel, según Alfonso, (2016).

Mantenimiento de la colección: Con el objetivo de determinar el porcentaje de cepas recuperadas en 12 meses de creada la colección, se evaluó la viabilidad, pureza estabilidad fenotípica (morfológica) de las cepas conservadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I se presenta el número de cepas recuperadas (10 géneros y 12 especies), el tiempo de conservación, dos simbiosis de microorganismos, parte de la planta dónde fue aislado, además del método de conservación aplicado

La viabilidad de las cepas pertenecientes al género *Fusarium*, preservados por dos métodos, Castellani y recubiertos con capa de aceite mineral fue positiva, se recuperó el 100% de éstas (tabla, 1). La inmersión en agua destilada estéril, cultivo en agua o método de Castellani es quizás la técnica más simple para el mantenimiento de los cultivos de hongos y resulta un método ideal para pequeñas colecciones o laboratorios con pocos recursos; aunque también ha sido empleado en las grandes colecciones de países del primer mundo, (Qiangqiang et al., 1998), y Fernández et al., (2013).

Las especies del género *Puccinia* mostraron un 100 % de recuperación con la utilización de los métodos para la preservación en sílica gel y con aceite mineral estéril. Para el caso de los Ustilaginales se perdió una cepa por ataque de ácaros, se logró la conservación del 93% de éstas (tabla, 1). Los porcentajes de germinación de las esporas de ambos géneros hasta los seis meses de colectados no varían al compararlos con los obtenidos en las pruebas de entrada al laboratorio. Con la utilización del método de Castellani ocurre una germinación de casi el 100% de las esporas conservadas lo cual no constituye objetivo de la colección.

Se pudo recuperar el 100% de las tres cepas de bacterias pertenecientes a *Xanthomonas albilineans* tanto en agua destilada como aceite mineral estériles, lo que demuestra la eficacia de ambos métodos para asegurar su viabilidad y pureza.

Tabla I. Datos de las cepas recuperadas de los Géneros y especies de microorganismos en Colección. Laboratorio de Fitopatología de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Oriente Sur de Cuba.

Géneros y especies	C	Cepas recuperadas C(%)	AP	PS	TP (meses)	VP	EM	Parte de la planta	Conservación (método/s)
Fusarium incarnatum	7	7(100)	2016	2	10	+	+	Semilla botánica	Aceite mineral y Método de Castellani
Fusarium solani	1	1(100)	2016	2	13	+	+	Semilla botánica	Aceite mineral y Método de Castellani
Fusarium moniliforme	4	4(100)	2016	2	2,3 y 5	+	+	Hoja	Aceite mineral y Método de Castellani
Fumago sacchari	4	4(100)	2016	1	3	+	+	Hoja	Método de Castellani
Puccinia kuehnii	26	26 (100)	2016	2	3,8,9	+	+	Hoja	Silica gel
Puccinia melanocephala	11	11 (100)	2016	2	2,3,7,8 y9	+	+	Hoja	Silica gel
Xanthomonas albilineans	3	2 (66)	2016	2	8	+	+		Capa de Aceite mineral y Método de Castellani
Ustilago scitaminea	29	28 (96)	2016	2	3,8,10,12,13	+	+	Tallo	Silica gel
Verticillium lycopersici	7	6 (86)	2015 2016	2	13	+	+	Insecto enfermo	Aceite mineral y Método de Castellani
Colletotrichum falcatum	1	1(100)	2016	2	12	+	+	Tallo	Aceite mineral y Método de Castellani
Colletotrichum falcatum	6	4 (66)	2016	2	3	+	+	Hoja	Aceite mineral y Método de Castellani
Trichoderma sp	3	3(100)	2015-2016	1	18,5	+	+	Producto terminado	Aceite mineral y Método de Castellani
Trichoderma sp+ Fusarium moniliforme	4	4(100)	2016	1	3	+	+	Suelo	Aceite mineral y Método de Castellani
Phyllocticta	2	0(0)	2016	-	-	-	-	Hoja	-
Phyllocticta+ Fusarium moniliforme	2	2(100)	2016	1	2	+	+		Método de Castellani. Y Glycerol 75%
Leptosphaeria sacchari	4	3(100)	2016	1	2,3	+	+	Hoja	Método de Castellani. Y Glycerol 75%
Total	114	107(93)							

Leyenda: C Cantidad; AP: Año de preservación; PS: Promedio de la cantidad de subcultivos realizados durante el tiempo de conservación; TP: Tiempo de preservación; VP: Viabilidad y pureza; EM: Estabilidad morfológica.

Numerosos autores han planteado que el método de Castellani se puede considerar un método de conservación a mediano plazo (2-5 años) o método alternativo (García y Uruburo, 2000). Los resultados de éste estudio muestran que el 93 % de los cultivos de microorganismos han sido recuperados, aunque no se debe tener como método único.

De forma general los métodos utilizados en éste trabajo son sencillos, económicos, poco laboriosos y requieren poco espacio para el almacenamiento de las cepas, además de ser los más recomendados para el mantenimiento de microorganismos de interés agronómico para la caña de azúcar.

CONCLUSIONES

1.-La colección de microorganismos de la ETICA Oriente Sur presentó un 93% de recuperación de cepas. Las cepas de los microorganismos pertenecientes a los géneros Fusarium, Fumago , Puccinia y Trichoderma resultaron ser las de mayores porcentajes de recuperación independientemente del método empleado.
2.- Los cuatro métodos empleados son sencillos, poco laboriosos y requieren poco espacio para el almacenamiento de las cepas.

3.- Se mantuvo la estabilidad morfológica, la viabilidad y pureza de las cepas de los 10 géneros estudiados pertenecientes a la colección.

REFERENCIAS

1. Fernández, Andreu CM., Díaz Suárez, L. A, Illnait Zaragozí MT, Aragonés López C, Martínez Machín G, Perurena Lancha MR, Rodríguez. Conservación de cultivos de hongos de importancia médica en agua destilada. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" y Escuela Latinoamericana de Medicina. La Habana, Cuba. 2013.
2. Alfonso, F. Diversidad y conservación de microorganismos y virus de importancia agronómica para su uso sostenible en la agricultura cañera. Proyecto. Programa Desarrollo de la Agroindustria Azucarera. INICA. La Habana 2016:11
3. Mayea, S.; Padrón, J. Bacterias y hongos fitopatógenos. 1983; 1:229
4. Qiangqiang Z, Jiajun W, Li L. Storage of fungi using sterile distilled water or lyophilisation: comparison after 12 years. Mycoses. 1998; 41:255-7.
5. García MD, Uruburu F. La conservación de cepas microbianas. Act SEM 2000; 30:1-6.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados
DIVERSIFICACIÓN 2017

UNA APROXIMACION AL RENDIMIENTO AGRICOLA DE LA CAÑA DE AZUCAR EN CUBA
AN APPROXIMATION TO SUGARCANE AGRICULTURAL YIELD IN CUBA

M. Ferrer, G. Jiménez, G. Galvez y J. Fonseca
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera a M. Prieto, Km. 2, 5. Habana, Cuba. mferrer@inica.azcuba.cu

RESUMEN
Este trabajo es una aproximación a los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en Cuba. Se utilizó un ensayo con tres tratamientos de riego por aspersión con un diseño de bloque al azar ycuatro repeticiones por tratamiento.Diferentes tiempos térmicos fueron empleados para modelar los rendimientos agrícolas. Se probarontemperaturas base (Tb) de 15, 16, 17 y 20^0 Celsius. Laexpresión TT medio * evapotranspiración media * días de ciclo * 1/100, estimado paraTb entre 16^0 y 17^0Celsiusestuvo más cercana al rendimiento real.

PALABRAS CLAVE: rendimiento agrícola, caña de azúcar, riego por aspersión.

ABSTRACT
This paper is an approximation to sugarcane agricultural yields in Cuba. We use an irrigation trial with three treatments A random block design with 4 replications per treatment was used. Different thermal time was used for modeling the yields with base temperatures (Tb) of 15, 16, 17 and 20 ^{0} Celsius. The expression TT mean * mean evapotranspiration * cycle days * 1/100, estimated by Tb between 16^0 and 17^0 Celsius were close to real yield.
KEY WORDS: agricultural yields, sugarcane, irrigation.

INTRODUCCIÓN
En la predicción de las etapas de crecimiento y desarrollo de los cultivos, uno de los métodos más utilizado, es la acumulación de la temperatura media por encima de una temperatura base (Tb), conocido como tiempo térmico, grados días de crecimiento o desarrollo (GDD), unidades de calor o tiempo fisiológico y se define como la cantidad de grados días necesarios para finalizar un determinado proceso de desarrollo o fase fenológica (1)
Obtener una Tb, que combinada con la evapotranspiración por fases y promedio de la cepa y el índice de área foliar, pudiera predecir el rendimiento agrícola de la caña de azúcar

MATERIALES Y MÉTODOS
La base experimental utilizada en el trabajo, proviene de estudios realizados por Fonseca, 1984 en la otrora Estación Experimental del Instituto de Riego y Drenaje (latitud $20^0$47' N, longitud 82 ^{0} 36' 0) seis m sobre el nivel del mar, en el Municipio de Alquízar al suroeste de la provincia La Habana, hoy Artemisa Se utilizaron plantaciones de la variedad Ja60-5 de noviembre de 1981 y enero y 82, con tres tratamientos(Tabla.1)
1- Riego. Se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80- 85 % de la capacidad de campo
2- Secano. En el tratamiento de secano se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80 -85 % de la capacidad de campo, hasta la germinación de cañas plantas. No se aplicó riego a los retoños.
3-Riego. Se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80-85% de la capacidad de campo hasta el cierre de la plantación y el 70% de la capacidad de campo el resto del ciclo.

El tiempo térmico del gran periodo de crecimiento de las cepas que aparecen en la tabla 1, fue determinado mediante la fórmula siguiente:

$[(Tmáx + Tmín)/2)]$– Tbase (2) dónde:
Tmáx- Temperatura máxima
Tmín- Temperatura mínima
Tbase- Temperatura base (15, 16, 17 y 20 ^{0} Celsius)

Tabla.1 Base experimental utilizada en el trabajo. (3)

cepas	tratamiento	cepas	tratamiento
Planta enero 1980	1	Planta nov. 1981	3
Retoño 1 enero 1980	1	Retoño nov. 1981	1
Retoño 1 enero 1980	3	Retoño nov.1981	2
Planta abril 1980	1	Retoño nov. 1981	3
Retoño 1 abril 1980	1	Planta enero 1982	1
Retoño 2 abril 1980	1	Planta enero 1982	2
Retoño 1 abril 1980	2	Planta enero 1982	3
Retoño 2 abril 1980	2	Retoño 1 enero 1982	1
Planta nov. 1981	1	Retoño 1 enero 1982	2
Planta nov. 1981	2	Retoño 1 enero 1982	3

Para ello se tomaron las temperaturas mensuales registradas en el año 1980, 1981 y 1982, según fecha de plantación y corte de cada cepa. Los datos de rendimientos por cepas, la evapotranspiración por fases y promedio y el índice de área foliar para la plantay retoño noviembre 1981.El rendimiento agrícola fue estimado para cada cepa, por la fórmula siguiente: TT $_{promedio}$* evapotranspiración $_{.prom.}$*días del ciclo *1/100 agrícola, donde TT es la temperatura acumulada para cada temperatura base y 1/100, es un factor de corrección que permitió expresar el resultado en los rangos del rendimiento obtenido experimentalmente
Para la simulación de las toneladas de caña por hectáreas, la temperatura promedio calculada fue multiplicada por la evapotranspiración o el índice de área foliar, de cada fase fenológica. Para ello se tomaron los datos del índice de áreafoliar y la evapotranspiración por fases de la plantación de nov. 81 y del retoño nov.81, fueron utilizadas dos ecuaciones:
La primera- TT $_{promedio}$* evapotranspiración $_{.prom\ por\ fases\ fenológicas.}$*días del ciclo *1/100
La segunda- TT $_{promedio}$*. Índice de área foliar $_{por\ fases\ fenológicas}$ *días del ciclo *1/100

RESULTADOS
La tabla.2 muestra una comparación entre los resultados obtenidos experimentalmente, para el rendimiento agrícola y la expresiónTT $_{promedio\ (fase\ de\ gran\ periodo\ de\ crecimiento)}$* evap$_{.prom\ (fase\ de\ gran\ periodo\ de\ crecimiento).}$*días del ciclo *1/100 y diferentes temperaturas bases. Fue observado, un incremento del rendimiento agrícola estimado por el modelo, en la medida que la temperatura base incrementó desde 15 hasta 17°C, en la misma se destacan, los valores para la expresión calculada que estuvieron más cercanos del rendimiento agrícola experimental. Entre 16 y 17°C, se agruparon la mayor cantidad de rendimientos por cepas.

Simulación de la producción de caña (tha^{-1}).
La fig.1 muestra la relación encontrada entre las tres fórmulas para la estimación del rendimiento. Como se puede apreciar la evapotranspiración promedio y la evapotranspiración por fases mostraron un comportamiento similar, llegando a 114,38 tha^{-1} en el momento del corte. El rendimiento obtenido por el retoño noviembre.81 fue de 117,35 tha^{-1} Con la introducción del LAI el rendimiento estimado cayó a 95,34 t ha^{-1}
En cambio, un crecimiento del rendimiento hasta el momento del corte fue obtenido en la planta nov.81 (fig.2) cuando fue utilizada la evapotranspiración por fases y el LAI. Con la introducción del primero, la producción estimada llegó a 90 tha^{-1}y el segundo a 81. El rendimiento real obtenido fue de 88.55 tha^{-1}En este caso, la evapotranspiración por fases provocó una caída del estimado en la etapa final. El rendimiento estimado fue de 42 tha^{-1}

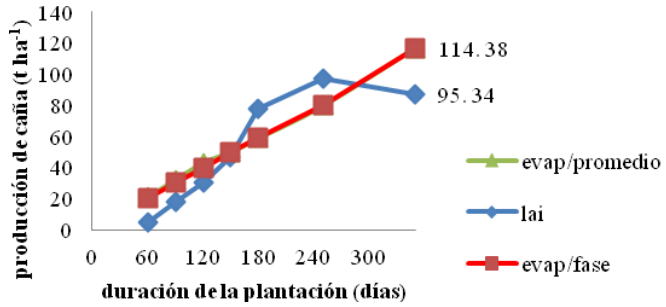


Fig.1 Comparación de la producción de caña simulada para el retoño Nov.81 de la variedad Ja 60-5, bajo condiciones de riego, mediante la expresión $TT_{promedio}$*$evap_{promedio}$ * días del ciclo *1/100 con el uso alternativo de la evapotranspiración por fases y el índice de área foliar (LAI)

Prácticamente, todos los modelos que de una forma u otra se han utilizado en el mundo para simular la producción y crecimiento de los cultivos agrícolas utilizan el índice de área foliar en los datos de entrada, al parecer, como recurso que pude modular la dinámica del proceso, otros, como el CROPWAT utilizan el Kc del cultivo. Tanto el Kc como el LAI son variables muy relacionadas con la cobertura, pero el primero se ha visto limitado su uso, en la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos, el LAI en cambio, puede ser determinado in situ, su valor es dependiente de la variedad, las condiciones edafoclimáticas y de manejo.

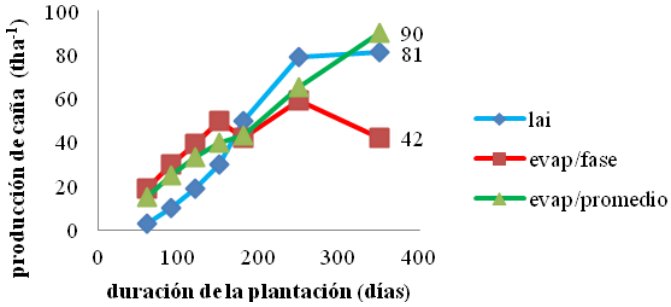


Fig.2 Comparación de la producción de caña simulada para la planta Nov.81 de la variedad Ja 60-5, bajo condiciones de secano, mediante la expresión $TT_{promedio}$*$evap_{promedio}$ * días del ciclo *1/100 con el uso alternativo de la evapotranspiración por fases y el índice de área foliar (LAI)

CONCLUSIONES

La expresión, $TT_{promedio}$* evapotranspiración $_{prom}$* días del ciclo *1/100, calculada para una temperatura base entre 16 y 17^0C, estuvo próxima al rendimiento real.

BIBLIOGRAFIA

1- Parra-Coronado, et al 2015. The thermal time for Productive Phenological Stages of Pineapple. Acta biol. Colomb Vol. 20, No 1; 163-173. DOI: 10.15446

2- Salazar-Gutiérrez.et al, 2016. Relationship of base temperature to development of winter wheat.2013 International Journal of Plant Production. Vol.4, No.7: ISSN: 1735-6814

3- Fonseca, J.1984 Necesidades de agua de la caña de azúcar plantada en diferentes épocas de siembra en el occidente de Cuba. [Tesis de Doctorado]. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). La Habana, 241 pp.

Tabla.2 Relación entre el rendimiento real, obtenido experimentalmente en diferentes cepas de la variedad Ja 60-5, en suelos ferralitizados cálcicos de Alquizar con el rendimiento estimado a partir de la ecuación:
TT $_{promedio}$ (gran periodo de crecimiento) * evap$_{promedio}$(gran periodo de crecimiento) * días del ciclo * 1/100, para diferentes valores de la temperatura base

● Valores más cercanos al rendimiento real

Cepa	Tratamiento	Rend. Real (t ha^{-}	Tb= 15 ^{0}C	Tb= 16 ^{0}C	Tb=17 ^{0}C	Tb=20°C
Planta Enero/80	1	120.16	146.17	● 120.92	111.7	59.89
Planta Nov/81	1	166.25	● 170.43	141.55	130.15	69.54
Planta Enero/82	1	109.83	165.38	137.04	● 123.23	69.78
Planta Abril/80	1	171.36	210.09	● 178.36	165.66	54.8
Retoño 1 Enero/80	1	93.78	104.35	102.13	● 91.07	54.49
Retoño 1 Abril/80	1	127.38	134.61	● 133.77	116.46	81.34
Retoño 2 Abril/80	1	101.3	118.77	● 93.64	88.51	49.8
Retoño 1 Nov /81	1	117.55	141.51	● 116.02	109.77	62.83
Retoño 1 Enero/82	1	85.35	130.69	● 99.93	102.57	60.92
Planta nov /81	2	96.41	121.93	101.27	● 93.12	53.15
Planta enero/82	2	71.8	143.47	126.87	● 94.82	52.02
Retoño 1 Abril/80	2	66.96	94.74	80.66	● 73.06	40.13
Retoño 2 abril/80	2	82.13	95.1	83.19	● 79.39	44.66
Retoño 1 Nov /81	2	88.52	109.64	102.37	● 85.28	48.81
Retoño 1 Enero/82	2	70.18	114.48	102.99	● 89.85	53.36
Retoño 1 Enero/80	4	91.79	113.06	101.12	● 89.18	53.37
Planta Nov/81	4	94.4	154.22	135.97	● 93.12	66.80
Planta Enero/82	4	112.89	143.47	126.87	● 112.41	60.44
Retoño.1 Nov/81	4	94.4	115.15	102.37	● 89.59	51.25
Retoño 1 Enero/82	4	85.03	115.45	102.99	● 90.66	53.78

1- Riego. Se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80- 85 % de la capacidad de campo
2- Secano. En el tratamiento de secano se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80 -85 % de la capacidad de campo, hasta la germinación de cañas plantas. No se aplicó riego a los retoños.
3-Riego. Se aplicó riego por aspersión cuando la humedad del suelo descendió al 80-85% de la capacidad de campo hasta el cierre de la plantación y el 70% de la capacidad de campo el resto del ciclo.

ESTRATEGIA PARA CONSERVAR Y PROTEGER LOS RECURSOS GENÉTICOS DE CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA

STRATEGY TO PRESERVE AND PROTECT THE GENETIC RESOURCES OF SUGAR CANE IN CUBA

Jorge, I*, Pérez G*, Vidal S*, Céspedes A*, García H*, Caraballoso V*, Gómez J.R*, Mesa, J. M*, Torres D

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Km $1^{1/2}$ Carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba. CP10800
*Email ibis@inica.azcuba.cu

RESUMEN

La conservación y explotación de recursos fitogenéticos, son base de cualquier programa de mejoramiento genético, permite mantener constante renovación de variedades y una agricultura eficiente y competitiva. Fue objetivo del trabajo, presentar la estrategia para mitigar la erosión genética de estos recursos en Cuba. Se utilizó la base de datos de la colección de germoplasma, accesiones presentes y erosionadas, se analizaron variables climatológicas y eventos naturales extremos para determinar causas de pérdidas, aumento de erosión genética y variabilidad. El Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, para minimizar el efecto del cambio climático causado a estos recursos estableció: ampliar, replicar, crear colecciones de trabajo y activas, desarrollar proyectos de investigación, prospecciones, colectas e intercambio de cultivares, aumentar y perfeccionar la conservación *in vitro*, mejorar el manejo, condiciones agrotécnicas y de humedad. Actualmente se conservan 3 429 formas e híbridos y se rescataron 200 de las accesiones perdidas, recuperando variabilidad genética.

Palabras clave: caña de azúcar, estrategia, erosión genética, recursos genéticos

ABSTRACT

The conservation and exploitation of phytogenetic resources, are the basis of any plant breeding program. Are the bases of any plant breeding program, It allows a constant renewal of varieties and a more efficient and competitive agriculture. The objective of this work is to present the strategy to mitigate the genetic erosion of these resources in Cuba. The germplasm collection database was used, as well as, present and eroded accessions. Climatic variables and extreme natural events were analyzed to determine the cause of losses, increased genetic erosion and variability. To minimize the effect caused by climate change to these resources. The Institute of Sugarcane Research (INICA), in order to minimize the effect of climate change caused to these resources, to expand, replicate, create working and active collections, to develop research projects, surveys, collections and exchanges, and to improve in vitro conservation, management, agrotechnical and moisture conditions. At present 3 429 hybrid and original forms are conserved and 200 was recovered from lost accessions, so restoring genetic variability.

Key words: sugarcane, genetic erosion genetic resources

INTRODUCCIÓN

La reducción de la diversidad genética, tanto animal como vegetal, se ha hecho evidente en las últimas décadas por el cambio climático a nivel global, destruyendo el hábitat de muchas especies y otras que ha llevado al límite de la extinción (1 y 2).
Estos recursos son patrimonio intangible de la humanidad y como tal deben ser tratados, respetados y resguardados. Las acciones a desarrollar deben estar encaminadas a mitigar las posibles pérdidas asegurando su conservación, protección y adecuada explotación.
Los programas de mejora genética de cualquier cultivo, requieren de un grupo de condiciones y para la caña de azúcar en particular, se pueden citar: poseer una colección de especies originales, formas e híbridos en diferentes estadios de avance generacional, ya sean foráneos u obtenidos por el programa de mejora nacional.
En el cultivo de la caña de azúcar la conservación y explotación de los recursos fitogenéticos, son la base para la obtención de nuevos cultivares por los diferentes programas de mejoramiento genético, lo cual garantiza mantener una constante renovación de las variedades en explotación comercial, contar con mejores variedades y exhibir una agroindustria eficiente y competitiva.
El procedimiento para la conservación de estos recursos para el cultivo de la caña de azúcar, consiste en el establecimiento de colecciones en campo, en la que se almacena la mayor variabilidad genética posible de una población o un cultivar y que busca conservar fuera de su centro de origen o diversidad, tanto las especies como la variabilidad producida durante el proceso evolutivo de domesticación (3).
En la actualidad Cuba posee la tercera colección de germoplasma en su tipo del mundo, patrimonio del INICA, precedida por Brasil e India (4), ésta aporta materiales y datos útiles para proyectar y ejecutar el Programa de Mejora Genética para obtener nuevos cultivares con altos rendimientos agrícolas e industriales, superiores a las actuales en producción, resistentes a plagas y a diferentes estreses abióticos.
Es importante señalar, que esta colección no ha estado exenta de los efectos del cambio climático, observándose pérdida de algunas accesiones durante los últimos años. Es objetivo del trabajo mostrar la estrategia desarrollada para mitigar la erosión genética de estos recursos genéticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la base de datos de la colección de germoplasma (*ex situ*), ubicada por más de 60 años en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), de Matanzas en Jovellanos; donde están registradas todas las accesiones presentes y erosionadas de los recursos genéticos de caña de azúcar en Cuba, se tuvo en cuenta variables climatológicas y eventos naturales extremos para determinar las posibles causas de las pérdidas de los cultivares ausentes de la colección.

RESULTADOS

Colección de germoplasma

La colección (*ex situ*), actualmente cuenta con 3 429 formas e híbridos en diferentes estados de avance generacional, la protección de estos recursos genéticos se encuentra bajo el patrocinio del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).
En esta colección se perdieron 789 individuos, de ellos 446 introducidos, durante toda su existencia. En los últimos 10 años se incrementó el detrimento de accesiones de la misma, registrando pérdidas de 234 formas e híbridos.
Los principales factores que influyeron en ello fueron: eventos climatológicos extremos (sequía intensa, ciclones tropicales y desplazamiento de las estaciones); déficit, mala distribución o intensas lluvias, vientos fuertes, alto fondo de inoculo de diferentes patógenos, establecido en las áreas donde han radicado la colección; la aparición de plagas, que en un período estuvieron en cuarentena, tales como: carbón y escaldadura foliar, así como, insuficientes recursos financieros para la protección de la colección. En la tabla I, se presentan las principales causa de pérdidas.

Tabla I. Causas de eliminación de cultivares de la colección de germoplasma

Causas de eliminación	Cultivares	
	Introducidos	Cubanos
Carbón	169	93
Carbón y escaldadura	28	20
Escaldadura foliar	53	38
Estrés ambiental	196	192
Total	**446**	**343**

Estrategia para la conservación y protección de la colección de germoplasma

Al detectar y determinar las principales causas del detrimento de las diferentes accesiones de la colección, aumento de la erosión genética y pérdida de variabilidad, el INICA, estableció una estrategia para minimizar el efecto que el cambio climático provocó a estos recursos, entre las que se encontraron las acciones siguientes:

Ampliar la colección

Ampliar las fuentes de variación mediante la introducción de formas originales, géneros afines, híbridos nacionales y extranjeros que permitan ampliar el fondo genético mediante la incorporación de nuevos genes.

Establecer réplicas de la colección

Se estableció una réplica de la colección en la Estación Provincial de Investigaciones de Holguín, ubicada en la localidad de Guaro (Mayarí) y otra en Mayarí, Escambray en la provincia de Cienfuegos, actualmente con 3 181 y 686 individuos respectivamente, que permitió conservar y proteger el genofondo de caña de azúcar presente en el país, minimizar la posibilidad de pérdida de formas e híbridos de interés genético o comercial.

Plantación de colecciones de trabajo y colecciones activas

El estudio de estos recursos se realiza mediante colecciones de trabajo, en las cuales las distintas especies del complejo *Saccharum* e híbridos en diferentes estadios de avance generacional y géneros relacionados con la caña de azúcar, son caracterizadas y evaluadas de forma escalonada para la selección y recomendación de progenitores a explotar en los programas de mejoramiento genético.

Estas colecciones fueron ubicadas en 1984 en diferentes localidades y bajo disímiles condiciones agroclimáticas del país, por lo que, en el año 1994 se decidió que además, de ser utilizadas con fines evaluativos, fueran manejadas como forma de conservar, proteger estos recursos y garantizar material para reproducir en caso de pérdida de accesiones en la colección. Lo cual se mantiene vigente hasta la actualidad.

En Matanzas existen tres colecciones de trabajo con 123 accesiones, con la finalidad de caracterizar, evaluar, detectar fuentes de resistencia a plagas y seleccionar los progenitores a incorporar al programa de mejora. En Sancti Spíritus, se cuenta con una colección de 225 individuos, que tiene como objetivo, comprobar el período y porcentaje de la floración, así como la fertilidad del polen. Otras dos colecciones se establecieron en Sagua La Grande, Villa Clara, con 15 accesiones para estudiar el comportamiento ante condiciones de sobrehumedecimiento y en Guaro, Holguín tres con 71, donde se determina bajo esas condiciones, el periodo e intensidad de la floración.

Las colecciones activas, conformada por los lotes o parcelas de hibridación, garantizan el desarrollo y ejecución de las campañas de cruzamiento. Éstas se ubicaron en Sancti Spíritus y Holguín, actualmente con un total de 901 y 504 progenitores respectivamente, que son además, utilizados como otra forma alternativa de protección a estos recursos.

Desarrollar Proyectos de Investigación

Desde el año 1994 se ejecutan Proyectos de Investigación que han permitido mantener, ampliar, caracterizar, evaluar y conservar estos recursos, así como, capacitar al personal vinculado a la actividad y desarrollar un software para interactuar y retroalimentar información. Los proyectos obtuvieron un financiamiento, que ha permitido la protección de tan invaluable riqueza.

Prospecciones, colectas e intercambio

En los últimos 10 años, se realizaron prospecciones y colectas a diferentes provincias del país, cubrieron fincas de campesinos, antiguos sitios de producción y floración, con el fin de revisar estas áreas y recuperar posibles accesiones perdidas. Esta estrategia permitió rescatar un total de 200 cultivares foráneos desaparecidos. Los híbridos nacionales ausentes son irrecuperables, pues ya no existe ese material en el país. Se trazó una política para la adquisición de especímenes extranjeros erosionados, mediante el intercambio de variedades comerciales de interés, para el país que realice el canje y de las formas e híbridos que componen actualmente la colección. Esto posibilitará rehabilitar 246 accesiones extinguidas.

Establecer y perfeccionar la conservación *in vitro*

Otro proceder que mitigó la pérdida de cultivares, fue la conservación *in vitro*. Esto se realizó en el laboratorio de biotecnología, de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Matanzas en Jovellanos, aquí se realizó la preservación de las formas del complejo *Saccharum officinarum* en peligro de extinción. En el período de 1999 a 2016 fueron rejuvenecidos, saneados, multiplicados y enraizados un total de 750 accesiones, lo cual permitió disminuir el deterioro y la erosión genética, mejorando el vigor y sanidad de la colección.

Perfeccionar el manejo y condiciones agrotécnicas

Se replanteó la colección y la réplica ubicada en Holguín, la semilla utilizada para la plantación, fue sometida a tratamiento hidrotérmico y con la desinfección de los medios de corte, tanto para el corte de la semilla como en la cosecha, medidas que minimizaron posibles pérdidas por destrucción o daños a las accesiones presentes y evitan la propagación de plagas. Se garantizó mejores atenciones agrotécnicas, lo que mitigó los efectos de la sequía, en las diferentes locaciones donde se encuentran ubicados para su protección este importante patrimonio, además, se capacitó el personal involucrado en el manejo de los recursos genéticos de la caña de azúcar.

CONCLUSIONES

1. La colección de germoplasma en Cuba se conserva *ex situ* e *in vitro*, actualmente con 3 429 formas originales e híbridos.
2. Los proyectos de investigación garantizan la caracterización, evaluación, mantenimiento y conservación de los recursos genéticos.
3. Las prospecciones y colectas han permitido rescatar 200 accesiones perdidas de la colección y recuperar variabilidad genética.

REFERENCIAS

1. FAO. Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Aprobado por el Consejo de la FAO, 29 noviembre 2011.
2. FAO. Conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Gene bank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture were endorsed at the 14th Regular Session of the CGRFA, Rome, 15 - 19 April. 2013.
3. Jaramillo Sildana y Margarita Baena. Conservación *Ex Situ* de Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 2009. 209 pp.
4. Mesa J.M., H. García, R. González, Ibis Jorge e Ignacio Santana. Estrategia y nuevos retos del programa cubano de mejoramiento genético de la caña de azúcar. Memorias XII Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. DIVERSIFICACIÓN 2013. ISBN: 978-959-7165-39-2. La Habana, Cuba.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CONTROL DEL MANEJO DE LAS PLANTACIONES DE CAÑA

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE CONTROL OF SUGARCANE PLANTATIONS MANAGING

Autor (es): Machado, I*, González, R.M,* Viñas, Yudith*, Mesa, J. M

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
* e-mail: isaias@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Un alto por ciento del área que se cosecha en Cuba, proviene de retoños de plantaciones cortadas en la zafra precedente, los que constituyen el eje central del manejo de las plantaciones, cuyo dominio permite al productor obtener el máximo aprovechamiento de sus potencialidades en dependencia del suelo, la organización del trabajo, el uso de las variedades más adecuadas, entre otros. Lo anterior condiciona la conformación de las Unidades Mínimas de Manejo en las que se fraccionan las áreas de producción. Se muestra una propuesta metodológica para evaluar el cumplimiento del manejo de cinco cortes en siete años, comúnmente empleado, con el uso de procedimientos sencillos establecido a partir del control de las áreas de primer retoño, intermedias entre las cepas nuevas y los retoños y la reducción de cepas viejas.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, zafra, cepas

ABSTRACT

A high percent of Cuba harvested area comes from ratoons of plantations cut in the previous sugarcane crop, which constitute the backbone of the managing of the plantations, which domain allows to producer to obtain the maximum utilization of his potentials in dependence of the soil, the work organization, the use of the most suitable varieties, among others. The previous thing determines the conformation of Managing Minimal Units where the production areas are divided. A methodological proposal shows the evaluation of 5 cuts in 7 years managing, used commonly, with the use of simple procedures established from the control of first shoots areas, intermediate among the new ratoons, ratoons and old stools reduction.
KEYWORDS: sugarcane, harvest, stools

INTRODUCCIÓN

El manejo de las plantaciones de caña de azúcar es de relevancia para el aprovechamiento óptimo de las potencialidades productivas. El mismo se logra a partir de una sólida disciplina que imprima armonía entre el ordenamiento territorial de las unidades mínimas de manejo y la organización de cepas, esta última muy relacionada con la estrategia de siembra y cosecha.

La estrategia de siembra y cosecha parte de una adecuada planificación de las demoliciones en correspondencia con el ciclo de reposición asignado, por la unidad de producción, a cada unidad mínima de manejo (campo de caña). Tiene como base lograr zafras con un balance adecuado de cepas. Al respecto, Reynoso señaló "*Muchos hacendados… siembran más cuando pueden que cuando deben hacerlo…*" y profundizó en las condiciones que deben imperar para realizar una buena siembra, señaló las ventajas de una u otra época (primavera o frío) (1).

Los agricultores cañeros en Cuba disponen, en estos momentos, del Servicio de Variedades y Semilla (SERVAS) que les brinda elementos esenciales para reponer la plantación, en correspondencia con el suelo y clima del lugar, lo que propicia el adecuado manejo del cultivo (2).

Las cosechas prematuras no solo afectan el rendimiento en azúcar, sino que influyen en el desarrollo futuro del cañaveral (3). Es objetivo del trabajo el estudio de la estructura de las cepas y su influencia en la caída del rendimiento, con relación al número de cortes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base metodológica para el desarrollo del presente trabajo, se tomó del Instructivo Técnico para el manejo de la caña de azúcar (4).
Para obtener los modelos de cálculo se establecieron las siguientes premisas:

1. Son cepas nuevas (CN), las cepas de primaveras del año (P) que provienen de las plantaciones de primavera (SP)(plantaciones de enero a marzo) del año anterior (AA), las primaveras quedadas (PQ) que provienen de las plantaciones para primaveras quedadas (SPQ) (plantaciones de abril a junio) del año anterior al anterior (AAA) y los fríos (FRIOS) que provienen de las plantaciones de fríos (SF) (plantaciones de julio a diciembre) del año anterior al anterior. Después de la cosecha poseen un corte.
2. Los primeros retoños (SO) son las cepas que se obtienen después de cosechar las cepas nuevas que al volver a ser cosechadas poseerán dos cortes.
3. Son otros retoños (RE) las cepas que poseen más de dos cortes y hasta cinco. Los retoños quedados (RQ), son los retoños que no se cosechan en la zafra siguiente.
4. Cepas viejas (CV) son las cepas que poseen más de cinco cortes o no están comprendidas en las definidas.
5. Como este esquema se repite en cada ciclo de plantación, debe tenerse un área en proceso (PRO) que son áreas donde se encuentran creciendo las cepas de ciclo largo (RQ, PQ, FRIOS).
6. Áreas de aseguramiento (AS) que permiten establecer las estrategias de dejar quedar para iniciar zafra, establecer los ciclos óptimos de preparación de tierras, etc., dentro de los límites del área de las cepas nuevas.
7. Las áreas de semilla no se contemplan dentro de los balances porque ellas deben responder solo a las necesidades de la producción de semilla, los aportes para el destino moler no deben ser significativos y el área prácticamente constante.

Para mostrar el comportamiento de los modelos, se utilizó el resumen de los estimados de la zafra 2015-2016 y el resumen de 30 zafras, ambos del ingenio Jesús Rabí. A partir de estas zafras se hicieron regresiones lineales para mostrar la validez de los modelos y se evaluaron las relaciones de área para valorar el nivel de cumplimiento del manejo planteado de cinco cortes en siete años, asignado como política al nivel nacional, con los estimados para la zafra 2015-2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cumplimentar el esquema de cinco cortes en siete años, se establecieron las relaciones de áreas que se muestran a continuación (Se colocó una A delante del acrónimo de la cepa para denotar área) sobre las bases de las premisas:
Las áreas de cepas nuevas, es la suma de las áreas de primavera, primaveras quedadas y fríos:

$$ACN=AP+APQ+AFRIOS \quad (1)$$

Los primeros retoños tienen la misma área que las cepas nuevas pues constituyen las cepas resultantes de su cosecha.

$$ASO=ACN \quad (2)$$

Las cepas consideradas otros retoños son las que poseen más de dos cortes y como máximo 5, provienen de los primeros retoños, por tanto, son tres veces al área de estos últimos.

$$ARET=3*ASO \quad (3)$$

El área a cosecha (CO) es la suma de áreas de cepas nuevas, primeros retoños y otros retoños:

$$ACO=ACN+ASO+ARET=5*ASO \quad (4)$$

El área en proceso, que son las áreas que se encuentran plantadas y creciendo, debe ser igual al área de cepas nuevas, del mismo modo que el área de aseguramiento, el fondo de tierra, referido como el área dedicada al manejo de las plantaciones de caña para moler (FO) es igual a siete veces el área de primer retoño.

$$AFO=7*ASO \qquad (5)$$

De la ecuación (5) se obtiene que el área de cepas nuevas (que es igual al área de primer retoño), para el esquema cinco cortes en siete años es de 14,28%(100/7).

Para calcular el área de cepas viejas, al área estimada a cosechar, se le resta el área a cosecha (ACO) ecuación (4) y se obtiene la ecuación (6), de cuyo resultado se obtiene el volumen de área fuera del esquema establecido. ACO también puede ser sustituido por 5*ASO, ecuación (5), dando un toque de mayor generalidad y por tanto es un esquema de control muy fácil de establecer.

$$ACV=\text{área estimada a cosecha}-ACO \qquad (6)$$

En la tabla I se muestra las relaciones existentes entre áreas de cepas nuevas, primer retoño y otros retoños respecto al área total a cosecha.

Tabla I. Regresiones lineales entre áreas de cepas nuevas, primer retoño y otros retoños, utilizando como variable independiente el área total a cosecha, con los resúmenes de zafra del ingenio Jesús Rabí.

Variable	β	Error Estándar	b	Error Estándar	t(30)	p	R^2	F
Área de cepas nuevas	0,94	0,057	0,141	0,008	16,58	0,00	0,90	375
Área de primer retoño	0,94	0,061	0,149	0,009	15,40	0,00	0,88	237
Área de otros retoños	0,97	0,037	0,654	0,025	25,85	0,00	0,95	668

Se observa una tendencia a ajustarse a las relaciones ideales planteadas en las cepas de primer retoño y cepas nuevas (b=0,149 y b=0,141 respectivamente) mientras que en los otros retoños hay una sobrestimación indicando la tendencia de ellos a poseer más área que la indicada por la tecnología, que debe ser alrededor de 0,43.

En la figura 1 se observa que la tendencia del rendimiento medio general en las 30 zafras seleccionadas de Rabí, es a disminuir a medida que la diferencia del área real de cepas nuevas y para la tecnología 5 en 7(teórica) es mayor.

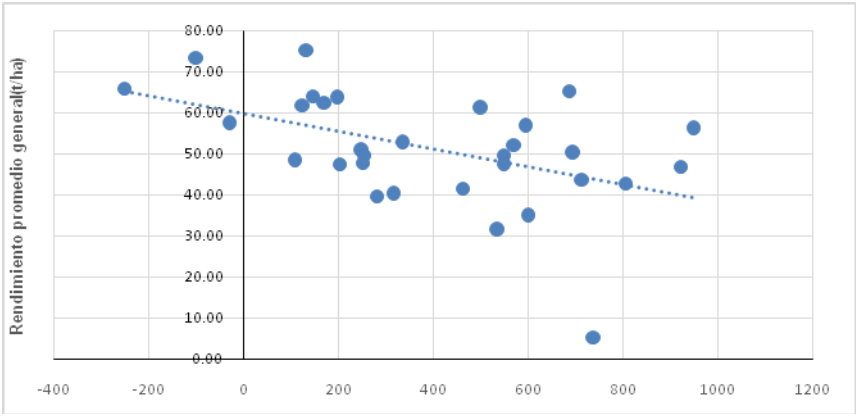


Figura 1. Tendencias de la relación entre el rendimiento general y la diferencia entre el área teórica de cepas nuevas y la real.

Lo cual se explica por el desbalance que se produce en las cepas y que provocan el envejecimiento de la plantación, en la figura 2 se puede observar cómo los rendimientos más altos, se obtienen cuando las diferencias son las más pequeñas.

Utilizando este esquema de cálculo, se procedió a realizar los estimados de área y producción a partir de los datos de los estimados de zafra 2015 – 2016, se observa que el área de cepas nuevas a zafra se cumple al 88% del teórico, las de primer retoño se cumplen al 90% y los otros retoños al 95%, mientras que las cepas viejas están alrededor del 10,17%, lo que indudablemente incide de manera negativa en el rendimiento actual. Aplicando la tecnología 5 en 7 respecto a las áreas y utilizando los mismos niveles de rendimiento que en los estimados, se podrían obtener como mínimo un incremento de rendimiento de alrededor de 0,75 t/ha con un decrecimiento de las áreas a manejar del 2%.

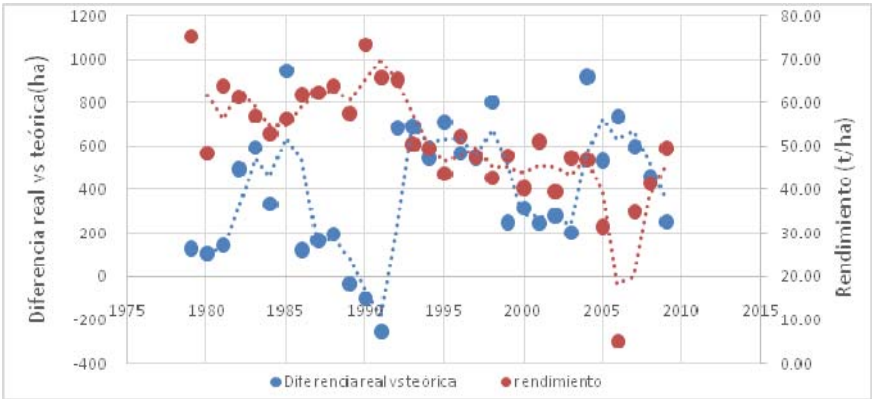


Figura 2. Gráfico de dispersión mostrando el comportamiento del rendimiento y la diferencia de área con cepas nuevas (real) vs área con cepas nuevas teórica por zafras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las relaciones de áreas obtenidas entre las cepas, se ajustan a los datos de resúmenes de zafras en el ingenio seleccionado para verificar su comportamiento, la cepa de retoño es la que presenta la mayor desviación como consecuencia de la inclusión de muchas cepas viejas en él.

El control del cumplimiento del manejo del período de vida de una plantación de la caña de azúcar puede establecerse a partir de las áreas de primer retoño, que se encuentran entre las cepas nuevas y otros retoños.

La variación de las estructuras de cepas afecta el ciclo de reposición y se produce una acumulación de cepas viejas que provocan el deterioro del rendimiento, por ello es de suma importancia mantener este control, ya que del mismo modo que se tiene en cuenta el rendimiento agrícola, se hace con el industrial, al mantener un esquema de manejo más estable.

Las áreas de semilla se deben aislar de las de cosecha, por cuanto las cepas generadas por el corte de ellas, entran en un esquema que no es coincidente con la época de molienda.

REFERENCIAS

1- Reynoso, A. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Sexta Edición. Publicaciones. Azucareras, La Habana, 1998. 372 pp.

2- INICA. SERVAS. Procedimiento Tecnológico para la implementación del Servicio de Variedades y Semilla. Primer Curso Provincial. Departamento Mejoramiento Genético. La Habana, 1999. 122 pp.

3- Cuéllar, I., Villegas, R. De León M. Álvaro. Reynoso: 140 años después. Unidad de Impresiones Gráficas del MINREX. Ciudad de la Habana. Cuba, 2002. 116 pp.

4- Santana, I., González, Maribel, Guillén, S. y Crespo, R. Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. 2da Ed. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2014. 302 pp. ISBN 978-959-300-036-9.

ANALISIS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LAS ESTIMACIONES DE LOS RENDIMIENTOS AGRICOLAS Y FABRILES EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE CUBA

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ESTIMATION OF AGRICULTURAL AND FACTORY YIELDS IN CUBA'S SUGAR AGROINDUSTRY

Gálvez, G [(1)] *, González,A.N [(1)] *, Ferrer, M [(1)] *, Jiménez, G [(1)] *, Casanova, E [(3)].

guillermo.galvez@correo.azcuba.cu

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Habana, Boyeros, CP 19390, La Habana, Cuba.
2. Instituto de Investigaciones de los derivados de la Cana de Azúcar, Vía Blanca No. 804, La Habana, Cuba.

Abstract.

The study used yields from 2001 to 2013 from 55 mills and associated agricultural areas. For estimations of agricultural yields four models were compared, and in the mills three mathematical models were used to predict the sugar yield potential of that milling area. The models that we tested using the statistical analysis carried out explained more than 88% of the total variance of the data. The results obtained through stepwise regression analysis were validated for the mills for the 2014 sugar harvest. The most accurate models were models 2, 3 and 4 which takes into consideration main stubbles used in Cuba. The most accurate model for the mills, (r^2 between 0.88 and 0.99) was model 1.

Key words: sugarcane, models, yield agriculture, recoverable sugar.

Resumen

El estudio utilizó los rendimientos de las cosechas desde el 2001 al 2013 de 55 centrales y las áreas agrícolas asociadas. Para la estimación de los rendimientos agrícolas se compararon 4 modelos para para predecir el rendimiento agrícola y se utilizaron 3 modelos para predecir el potencial el rendimiento potencial de azúcar. Los modelos fueron probados utilizando análisis estadísticos que explicaron más del 88 % de la varianza total de los datos. Los resultados obtenidos utilizando un análisis de regresión paso a paso fueron validados en la zafra del 2014. Los modelos más precisos para estimar el rendimiento agrícola fueron el 2, 3 y 4, los cuales tomaron en cuenta los datos de retoños usados en Cuba. El modelo mas preciso para las fabricas (r^2 = 0.88) fuel el modelo 1.

Palabras claves: caña de azúcar, modelos, rendimientos agrícolas, azúcar recuperable.

Introducción.

Los métodos de simulación y modelación matemática han sido estrategias importantes estrategias utilizadas para contribuir a un mejor entendimiento de los complejos procesos relacionados con la produccion de caña y sacarosa en muchas áreas de las agroindustrias azucareras del mundo (1).Recientemente se han utilizado enfoques más fisiológicos para de los datos y software más sofisticados (2,3,4,5).En este trabajo presentamos los primeros resultados de un proyecto de moderación con el objetivo demejorar los estimados del rendimiento agrícola y contenido de sacarosa en diversas áreas de la agroindustria azucarera cubana

Materiales ymetodos.

a) Evaluación de los modelos agrícolas.

El estudio incluye los rendimientos de 50 centrales y sus áreas agrícolas de 10 provincias de Cuba con diferentes condiciones agroclimáticas y de manejo agrícola. Para la estimación del rendimiento se validaron 4 modelos matemáticos según (6).
Los modelos brindan la estimación del rendimiento total en tacaña/a en 4 escenarios de cosecha diferentes:
1. Modelo 1: Rendimiento total = 19.9618 + 0.3956 * rendimiento de las cañas quedadas plantadas de primavera.
2. Modelo 2: Rendimiento total = -8.34 + 0.2357 * rendimiento de las cañas quedadas plantadas de primavera. + 0.9629 * rendimiento de los retoños.
3. Modelo 3: Rendimiento total = -8.2939 +0.2332 * rendimiento de las cañas quedadas plantadas de primavera. + 0.9572 * rendimiento de los retoños + 0.0053 * rendimiento de las canas plantadas en otoño.
4. Modelo 4: Rendimiento total = -0.4341 +0.2248 * rendimiento de las cañas quedadas plantadas de primavera + 0.8756* rendimiento de los retoños - rendimiento de los retoños + 0.1063 * rendimiento de las canas plantadas en otoño..
El valor de β que precede los rendimientos de cada cosecha es un coeficiente ponderado.

b) Evaluación de los modelos industriales.

La determinación del azúcar recuperable es vital en la evaluación de la calidad de la caña de azúcar. La primera información sobre el tema fue presentada por (7) y posteriormente por otros autores, determinando el azúcar recuperable esperado en función del Pol y las pérdidas en fábrica (8).
Se desarrollaron tres modelos (Gonzalez, 1995) de la forma siguiente:

Modelo 1 $\boldsymbol{y = 0,6972 + 0,9434 * PCI}$

PCI= % de Pol en caña que entra en la fábrica..

Modelo 2 $\boldsymbol{y = 2,2528 + 0,8646 * PCI - 0,1252 * PPT}$PPT

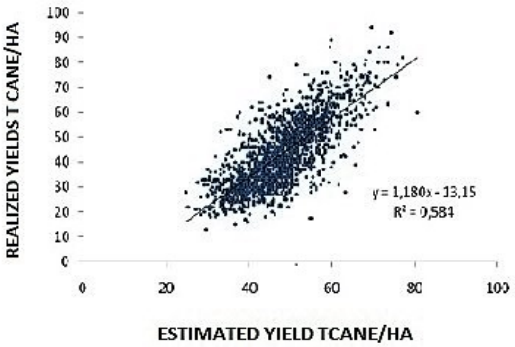
PPT= % total de pérdidas.

Modelo 3 $\boldsymbol{y = 3,0582 + 0,8630 * PCI - 0,2232 * PPT + 0,0026 * PPT^2}$

Los resultados obtenidos tanto en el área agrícola como en la fábrica fueron validados en la zafra de 2014. Se usó el programa del software Staistica 6,1 y el número total de datos fue de 1 850 observaciones.

Resultados y discusion.

a) Modelos agricolas
En la aplicación de los cuatro modelos agrícolas, los modelos dos, tres y cuatro, los coeficientes de determinaciónobtenidos explicaron más del 85 % de la varianza total. Una explicación de este resultado se obtiene porque dichos modelos incluyen los rendimientos de los retoños que contribuyen con alrededor del 70 % de las cosechas.(Figuras 1 a 4).



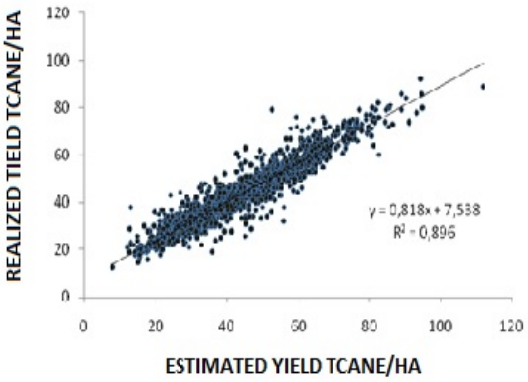
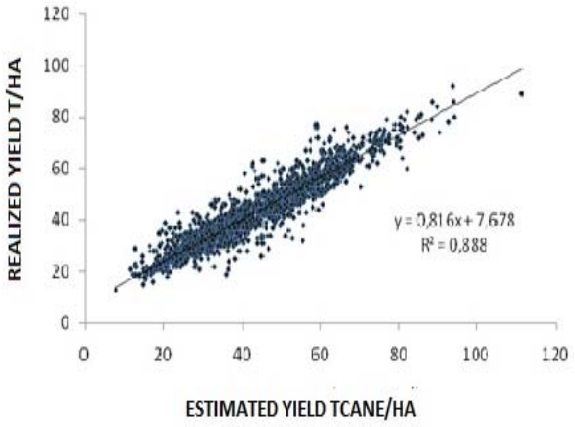


Figura 1. Figura 2..



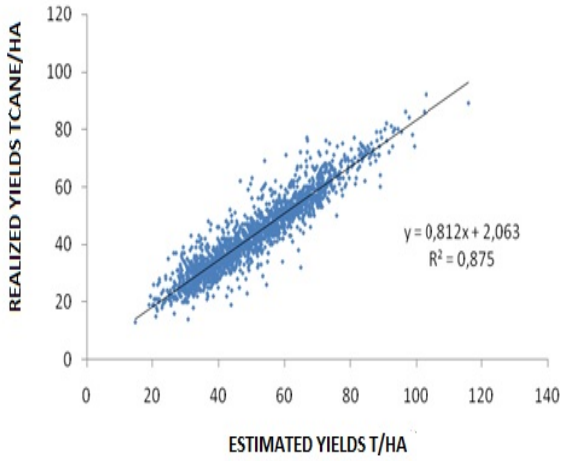


Figura 3.Figura 4.

b) Modelos de fábrica.

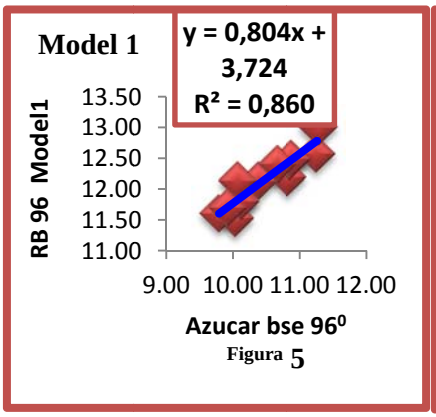


Figura 5

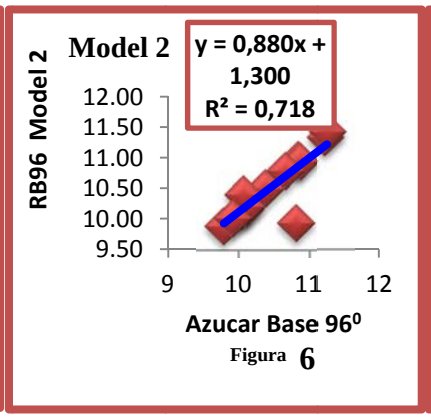


Figura 6

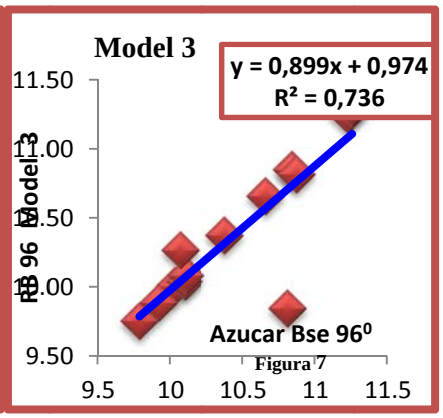


Figura 7

Los resultados de las figuras 5, 6 y 7 permiten asegurar que los tres modelos son eficientes para estimar y predecir el rendimiento de azúcar en la fábrica, sin embargo, el modelo 1 obtiene un coeficiente de determinación mayor de 0,860.

Conclusiones y recomendaciones.

- De los cuatro modelos agrícolas validados los modelos dos, tres y cuatro son altamente eficientes por explicar más del 85 % de la variación total, mientras que los tres modelos de fábrica resultaron eficientes aunque el modelo uno tuvo el mayor coeficiente de determinación.
- Tanto los modelos agrícolas como los de fábrica pueden ser de gran utilidad para la predicción y planificación de las cosechas futura, se validaron en la zafra del 2014 y se han comenzado a utilizar en las zafras siguientes del 2015 en adelante con las correcciones necesarias para cada empresa.
- Los resultados obtenidos y validados, permiten recomendar continuar la investigación, desarrollo y extensión en este proyecto, incorporando algoritmos nuevos de suelos, clima y de los costos de las labores de manejo agrícola.

Bibliografia.

1. Inman-Bamber, N. G. 1994. CANEGRO: Its History, Conceptual Basis, Present and Future Uses. Research and Modelling Approaches to Assess Sugarcane Production Opportunities and Constraints, Cromwell College, Universtity of Qeensland, St. Lucia, Brisbane, Australia, CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Australia.
2. Shine, J.M. (2011). Evaluation of three sugarcane growth and yield models for prediction of south Florida sugarcane yields. Paper Agr693, 15 p.
3. Marin, F. and Jones, J.W. (2014). Process-based simple model for simulating sugarcane growth and production. Sci. Agric. V 71, N. 1, pp: 1-16.
4. Jones, J.W.; Jianqiang, H.; Boote, K.J.; Wilkens; Porter, C.H. and Hu, Z. (2011). Estimating DSSAT cropping system cultivar-site specific parameters using Bayesian technique. In: Ahuja, L.; Ma, L. eds. Methods of introducing systems models into agricultural research. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.
5. Villegas, F. et. al. (2005) CASUPRO: An industry-driven sugarcane model. An ASAE Meeting Presentation Paper Number: 053025.
6. González, A. 1995. Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar *(Saccharumspp. Hibrido*) en la provincia de Las Tunas. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.
7. Wood, R. A. and Du Toit, J. L. 1972.Deterioration losses in whole stalk sugarcane. Proceeding of The South African Sugar Technologists' Ass. June, pp: 151-157Alvarez, J., Crane, D.R., Spreen, T.H., and Kidder, G. (1982). A yield prediction model for Florida sugarcane. Agricultural Systems 9: 161-179.
8. Murray, T. 2002. Derivation of the RV formula. Farming for RV Workshop, South African Sugar Technologists' Ass., Mount Edgecombe, South Africa, pp. 5

INFLUENCIA DE VARIABLES DE MANEJO Y CLIMA EN EL RENDIMIENTO INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ZAFRA 2015 - 2016 EN CUBA

HANDLING AND CLIMATE VARIABLES INFLUENCES IN THE SUGARCANE INDUSTRIAL YIELD IN THE HARVEST 2015 - 2016

Mesa J. M., González R., Machado I., García, H., Jorge Ibis y Torres Daynis

Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar (INICA)
mesa@inica.azcuba.cu.

RESUMEN

La determinación del potencial industrial de las variedades comerciales cubanas, fue demostrada por el empleo de la sonda ubicada en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Jesús Rabí, que podía alcanzar el valor de 12,5 % de azúcar por tonelada de caña, este resultado se observó influido negativamente durante la zafra 2015 - 2016 por variables de manejo y clima entre las que se destacaron, la madurez de las variedades empleadas, cuando son cosechadas en los momentos de la zafra para los que no fueron recomendadas, en los desfases en la cosecha y por el efecto de las precipitaciones, cuando estas superan los 100 mm acumulados antes de la cosecha.
Palabras clave: caña de azúcar, cosecha, rendimiento industrial

ABSTRACT

It Was determination Cuban commercial varieties industrial potential and was demonstrated by the employment of Rabbi's probe that could reach the value of 12.5% of sugar for ton of cane, this result it was observed influenced negatively during the harvest 2015-2016 for handling and climate variables, among those that stood out the maturity of the used varieties, when they are harvested in the moments of the harvest for those that were not recommended, in outside of time and for the effect of the rain when this it overcomes the 100 mm accumulated before the crop.
Keywords: sugarcane, industrial yield, handling

INTRODUCCIÓN

El azúcar se produce por procesos de síntesis, a partir de un aporte energético realizado por la fotosíntesis en las hojas. De acuerdo con Reynoso (1), el azúcar se hace en el campo. Sin lugar a dudas, el proceso de maduración está íntimamente relacionado con la edad del cultivo, la cepa y los eventos climáticos, en lo que la humedad aportada al suelo por la lluvia, ejerce un efecto determinante. Sin vacilación se puede afirmar que el carácter genético es determinante. El trabajo pretende evaluar mediante una metodología de trabajo el potencial industrial de las variedades recomendadas o evaluadas por el programa cubano de mejoramiento genético de la caña de azúcar y estimar los factores de manejo agrícola que influyen en su explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una metodología de trabajo para la evaluación quincenal de variedades, estimando las pérdidas de azúcar mediante los coeficientes definidos para los desfases (Tabla I). Fueron aprovechadas las potencialidades del laboratorio de la sonda ubicada en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Jesús Rabí, para comparar estos con los obtenidos en la fase experimental (Tabla II). A partir de la información de la zafra se establecieron las comparaciones. Se recopiló la información de las precipitaciones anuales y se obtuvieron las regresiones de éstas frente al rendimiento, observándose su influencia en la cosecha. El procesamiento estadístico se realizó a partir del paquete de programas SAS versión 9.3.

Tabla I. Coeficientes de pérdidas por desfase atendiendo a la cepa y edad

CAUSA DEL DESFASE	FACTOR DE PÉRDIDA						
	Nov	**Dic**	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**
QUEDADAS				0,50	1,00	1,50	2,00
FRÍOS	1,50	1,00				1,00	1,50
PRIMAVERA			3,00	2,00			
Fríos < 14 meses	3,00	2,00	1,00				
RETOÑOS < 12 MESES	2,00	1,50	1,00	0,50	0,25	0,10	0,10
MADUREZ TEMPRANA					1,50	2,50	2,50
MADUREZ TARDÍA	2,00	1,50	1,00				

Tabla II. Caracterización industrial de las variedades comerciales en la sonda de la UEB J. Rabí, a edades de 14 meses en marzo de 2015

Variedad	Brix	Pol en caña	Pureza	Fibra	RIP	RPC
C86-12	23,90	20,58	89,40	15,20	13,63	14,04
C87-51	24,00	21,16	88,20	15,30	13,51	15,02
C1051-73	23,20	20,75	89,40	15,40	13,35	14,84
C90-469	22,20	19,21	86,50	15,10	12,05	13,39
Co997	24,30	21,84	89,90	15,50	14,08	15,65
B80250	22,80	21,06	92,40	15,20	13,86	15,41
C85-102	22,30	19,81	88,80	14,70	12,81	14,24
SP70-1284	21,60	19,30	89,40	13,10	12,78	14,21
C86-156	23,00	20,54	89,30	16,90	12,95	14,39
C323-68	22,10	19,86	89,90	15,90	12,74	14,16
C86-56	22,10	19,96	90,30	15,20	12,62	14,03
C90-530	20,20	17,87	87,00	15,10	11,15	12,39
C90-317	21,80	19,02	87,20	15,80	11,98	13,32
C89-147	22,20	19,82	89,30	15,50	12,72	14,14
C86-503	19,40	15,63	80,60	12,20	9,37	10,42
Promedios	**22,34**	**19,76**	**88,50**	**15,14**	**12,64**	**13,97**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla III, se muestran los índices de pérdidas por desfase de variedades y cepas, estimados para la cosecha 2015 - 2016, donde se observa el empleo de variedades de madurez tardía, cepas sin la edad requerida a inicios de zafra y ciclos largos (primaveras quedadas), cosechadas a finales de esta, estos fueron los aspectos de mayor importancia, ya reportados anteriormente (2).

Tabla III. Índices de pérdidas estimadas

CAUSA DEL DESFASE	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
QUEDADAS				0,50	1,00	1,50	2,00
FRÍOS	1,50	1,00				1,00	1,50
PRIMAVERA			3,00	2,00			
Fríos < 14 meses	3,00	2,00	1,00				
RETOÑOS < 12 MESES	2,00	1,50	1,00	0,50	0,25	0,10	0,10
MADUREZ TEMPRANA					1,50	2,50	2,50
MADUREZ TARDÍA	2,00	1,50	1,00	0,50			

La influencia de las precipitaciones en el rendimiento industrial durante la cosecha en los meses diciembre, enero y febrero, se presenta en las Figuras 1, 2 y 3, donde se enfatiza que las mismas tuvieron una incidencia negativa sobre el rendimiento industrial de las variedades de caña de azúcar, después del mes de octubre, reportado anteriormente (3).

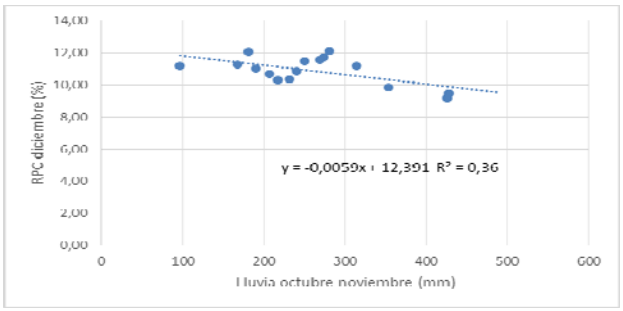


Fig. 1. Relación entre las precipitaciones de octubre a noviembre y el rendimiento industrial potencial de la caña de azúcar del mes de diciembre

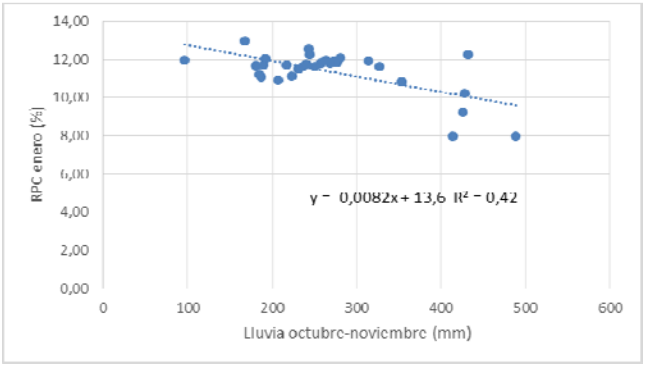


Fig. 2. Relación entre las precipitaciones de octubre a noviembre y el rendimiento industrial potencial de la caña de azúcar del mes de enero

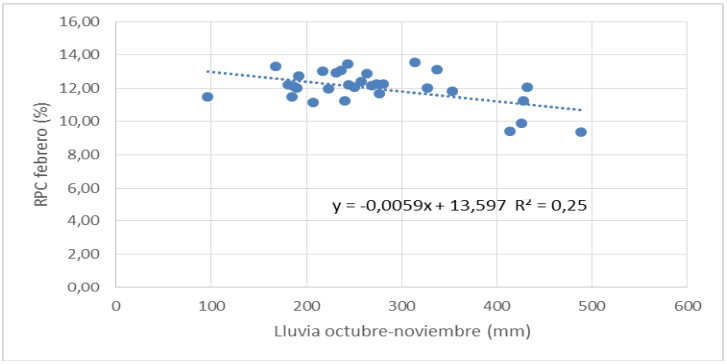


Fig. 3. Relación entre las precipitaciones de octubre a noviembre y el rendimiento industrial potencial de la caña de azúcar del mes de febrero

En la tabla IV se presentan los resultados finales del impacto de las variables de desfase y las precipitaciones sobre el comportamiento del rendimiento industrial, así como, el total de pérdidas, las que en todos los casos están sobre un entero, destacándose febrero, marzo y abril con las pérdidas del potencial industrial más alto,

con un peso importante de los desfases, siendo en los inicios de zafra, las precipitaciones las que reportaron los valores más altos.
Se muestra además, una diferencia que se puedo explicar entre otros factores, por el uso de variedades de madurez media a tardía a inicios de la campaña o por el deterioro de la materia prima por diferentes razones no evaluadas en este trabajo.

Tabla IV. Resultados finales del impacto de las variables de desfase y precipitaciones sobre el comportamiento del rendimiento potencial industrial de la caña de azúcar

	Dic	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**
Rendimiento industrial potencial	10,88	11,37	12,00	12,67	13,12
Rendimiento ingenio	8,09	8,33	8,98	9,57	9,65
Diferencia	**2,79**	**3,04**	**3,02**	**3,10**	**3,47**
Pérdidas por desfases	0,65	0,46	1,27	0,87	1,5
Pérdidas por lluvias	1,0	1,28	0,75	0,43	0,52
Total pérdidas	**1,65**	**1,74**	**2,02**	**1,28**	**2,02**
Diferencia	1,14	1,30	1,0	1,82	1.45

CONCLUSIONES

Las variables de mayor peso en las pérdidas sobre el rendimiento potencial industrial de la caña de azúcar en las variedades comerciales en la zafra 2015 - 2016, fueron los desfases y las precipitaciones.

REFERENCIAS

1. Cuéllar, I., Villegas, R y de León M. Álvaro Reynoso: 140 años después. Impreso por la Unidad de Producciones Graficas del MINREX. 2002. 116 pp.
2. Mesa, J. M., H. García, R. González, Ibis Jorge y Daynis Torres. Efectos del manejo en el potencial industrial de variedades de caña de azúcar en Cuba. CD-ROM. Memorias Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. Diversificación 2015. ISSN
3. Milanés, N., J. M. Mesa y A. Cabrera. Interacción g x e y clasificación de ambientes en la tercera etapa del esquema de selección de la caña de azúcar en Cuba. Revista INICA (Cu). 1988. Vol. 5 (2). p.12-36.

INFLUENCIA DE PROPIEDADES GENERALES DE SUELOS CULTIVADOS CON CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE MICRONUTRIENTES EN LA REGIÓN CENTRO-ORIENTAL DE CUBA

ASSESSING OF GENERAL PROPERTIES OF SOILS CROPPING WITH SUGARCANE ON MICRONUTRIENTS CONTENT AT ORIENTAL- CENTER REGION OF CUBA

Cobo, Y*[1], Angarica, E[2*], Martín, G.[1*],Serrano, A.[1*]Villazón, A.[3]

[1]Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Holguín
[2]Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente Sur
[3]Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Holguín (UHO)
*e-mail (yakelin.cobo@inicahl.azcuba.cu)

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la región centro-oriental de Cuba, en los agrupamientos Vertisoles, Pardos y Ferralíticos, con el objetivo de evaluar la influencia de propiedadesgenerals de suelos cultivados con caña de azúcar sobre las fracciones asimilables de micronutrientes. Las muestras fueron tomadas en el horizonte superficial y las propiedades químicas evaluadas fueron: pH (H2O), pH (KCl), Fósforo (P) y Potasio (K) asimilables, % MOS y cationes cambiables. Los resultados mostraron que el pH, K asimilable y la MOS son las propiedades del suelo que más se relacionan con los contenidos de micronutrientes disponibles.Las propiedades generales de los agrupamientos de suelo estudiados en conjunto mostraron baja correlación con los contenidos de micronutrientes disponibles. Se recomienda estudiar las relaciones entre las propiedades generales del suelo y las concentraciones de micronutrientes disponibles por agrupamientos independiente.

PALABRAS CLAVE: micronutrientes, propiedades generales de suelo, caña de azúcar

ABSTRACT

The study was developed at the oriental-center region of Cuba in the Vertisols, Browns and Ferralitics groups, with the objective to evaluate the influence of soil properties planted with sugarcane on available fractions of micronutrients. The samples were taken in the arable soillayer and the general properties evaluated were: pH (H_2O) and pH (KCl), Phosphorus (P) and Potassium (K) availables, % SOM and exchangeable cations. The results evidenced that the pH, assimilable K and the MOS are the soil properties what more relationship with available micronutrients. The general properties of the groups of soil studied showed low correlation with available micronutrients. The relationship between the soil general properties and available micronutrients concentrations are recommended to study for independent groups of soils.

KEY WORDS: micronutrients, soil general properties, sugarcane

INTRODUCCIÓN

El proceso de formación y el material de origen del suelo juegan un papel fundamental en la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas. Ambos influyen en la baja concentración de un elemento en el suelo, la presencia de una forma química no disponible para la planta y el efecto antagónico entre distintos elementos. Estas causas están relacionadas con algunas propiedades del suelo que inciden en la fijación y baja disponibilidad para las plantas (1).

Para evaluar indirectamente la disponibilidad de micronutrientes se han desarrollado métodos de extracción mediante soluciones extractoras, válidas para una amplia diversidad de suelos, capaces de extraer varios elementos simultáneamente y pueden ser empleados para un amplio rango de pH (2). El método

DTPA (ácido dietilenotriamino-pentaacético) ha sido uno de los más utilizados para estudiar la distribución de las formas geoquímicas y biodisponibles de estos elementos (3).
Los niveles críticos de hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo) en el suelo se encuentran en el rango de 2.5-5.0; 1.0-5.0; 0.5-1.0; 0.2-0.8; 0.03-3 mg kg^{-1}, respectivamente (4 y 5). Recientemente a la lista de micronutrientes han sumado el cobalto (Co) y níquel (Ni), considerando que cumplen con los criterios de esencialidad, al ejercer funciones específicas en la vida de las plantas. Los valores críticos en el suelo de Co oscilan entre 0.02 y 0.3 mg kg^{-1} y para el Ni entre 0.10 y 0.40 mg kg^{-1} (6).
La extensión del cultivo de la caña de azúcar a través de todo el país conduce a la plantación en variados tipos de suelo con predominio de los agrupamientos Pardos, Ferralíticos y Vertisoles. Las características más representativas de estos suelos están relacionadas con una textura arcillosa, un pH superficial que varía en un rango de 6 a 8,5 y un contenido medio de materia orgánica. El Ca^{2+} es predominante en los grupos Pardos y Vertisoles, este último con riesgos de salinización. Teniendo en cuenta estos factores, algunos suelos de la región pudieran experimentar bajos contenidos de micronutrientes disponibles.
El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de algunas propiedades generales de suelos cultivados con caña de azúcar sobre las fracciones asimilables de micronutrientes en la región centro-oriental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se tomaron 700 muestras de suelo en el horizonte superficial de los principales tipos de suelos donde se cultiva caña de azúcar de la región centro-oriental del país, que abarcan las provincias Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo. Esta región representa el 76% del área cañera de país. Se estudiaron los agrupamientos Vertisoles, Pardos y Ferralíticos, con un 38% de área representativa en suelos Pardos, Vertisoles (16%) y Ferralíticos (8%). Fueron evaluadas 270, 280 y 150 muestras de Vertisoles, Pardos y Ferralíticos respectivamente. Las muestras fueron procesadas de acuerdo con las Normas y Procedimientos Metodológicos del SERFE (7). Se determinaron las variables: pH en H_2O y pH en KCl (método potenciométrico relación suelo-solución 1:2,5), P y K asimilables (método de Oniani), materia orgánica del suelo (Walkley-Black), cationes cambiables (cmol kg^{-1}), extracción con acetato de amonio 1N, tamponado a pH 7 (8). Los contenidos asimilables de Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Ni y Co fueron extraídos con la solución 0.005M DTPA (ácido dietilentriaminpentacético), 0.1M de TEA (trietanolamina) y 0.01 M de $CaCl_2$. Las determinaciones de micronutrientes se realizaron en la Unidad de Proyectos Laboratorio (UPL) del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ)- Moa, con el empleo de un equipo de Absorción Atómica tipo SOLAAR 929 de UNICAM GB. Los datos fueron procesados estadísticamente utilizando el paquete estadístico STATISTICA 8 de StatSoft.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general, los valores medios de pH H_2O superficial varían dentro de un rango de 6.59 a 6.76 con una reacción neutra en los tres grupos de suelos (Tabla I), condición que influye desfavorablemente en la disponibilidad de la mayoría de los micronutrientes. El contenido medio de materia orgánica fue considerado como Medio en los tres agrupamientos: Vertisoles (2.68%), Pardos (2.88%) y en los Ferralíticos (3.05%). El P y K asimilables clasificaron en la categoría Alto en los tres agrupamientos. El Ca^{2+} predomina en los Vertisoles y Pardos con 35 y 35 cmol kg^{-1}, no así en los Ferralíticos con 18.11cmol kg^{-1}. Se observó un aumento de la desviación estándar de las variables Ca^{2+} y K asimilables y se pudo comprobar que el pH y la MOS fueron bastante homogéneos en los suelos que conforman los tres agrupamientos.
El micronutriente extraído en mayor cantidad fue el Mn asimilable, superior en los suelos Ferralíticos (78.41mg kg^{-1}) con respecto a los Vertisoles y Pardos, aunque con un amplio rango de variación. Le siguió en orden decreciente Fe con un valor de 22.06 mg kg^{-1} en los Ferralíticos y 16.98 y 16.61 mg kg^{-1} en Vertisoles y Pardos respectivamente. El Cu fue más bajo en Vertisoles con 3.08 mg kg^{-1}, el contenido de Ni en Vertisoles y Ferralíticos estuvieron en el entorno de 5.16 y 5.26 mg kg^{-1}, con niveles más bajos en los Pardos (4.70mg kg^{-1}) y el contenido de Zn que presente en los suelos fue de 4.83, 5.02 y 6.09 mg kg^{-1}en los

Pardos, Vertisoles y Ferralíticos respectivamente. El Co y el Mo presentaron los valores muy bajos en los tres agrupamientos, aunque superiores en los Ferralíticos. Las fracciones asimilables de los micronutrientes muestran que la concentración de Mn fue mayor que la de Fe en los tres agrupamientos, sin embargo, el orden de secuencia en Zn, Cu y Ni fueron diferentes en los tres grupos de suelos. El orden de importancia de los micronutrientes en función de la concentración sería: Mn>Fe>Ni>Zn>Cu>>Co>>Mo en Vertisoles, Mn>Fe>Cu>Zn>Ni>>Co>>Mo en los Pardos y Mn>Fe>Zn>Ni>Cu >>Co>>Mo en Ferralíticos.

Tabla I.Variables del suelo y micronutrientes extraídos*de suelos plantados con caña de azúcar

Variable	Unidad	VERTISOLES				PARDOS				FERRALITICOS			
		Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est.	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est.	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est.
pH (a)	$-\log_{10}(H^+)$	6.72	8.20	5.28	0.60	6.76	8.30	5.23	0.66	6.59	8.10	4.34	0.86
pH (k)		5.79	7.20	4.30	0.80	6.20	7.30	4.40	0.81	5.90	7.50	4.30	0.90
MOS	%	2.68	4.38	1.48	0.54	2.88	4.39	1.65	0.62	3.05	4.48	1.63	0.84
P(On)	mg 100 g	7.81	32.83	0.34	6.51	8.83	33.13	0.17	7.55	5.21	28.07	0.48	5.14
K(On)		21.44	44.37	1.76	9.31	21.39	43.82	1.62	8.88	20.72	43.28	1.96	12.35
Ca^{2+}	cmol kg-1	38.87	70.33	1.96	18.29	35.58	72.11	1.31	22.54	18.11	67.32	1.63	12.34
Mg^{2+}		7.31	19.47	1.58	4.3	5.44	14.76	0.86	2.90	4.74	13.75	0.86	2.44
Na^+		0.75	2.35	0.13	0.56	0.66	2.85	0.09	0.62	0.51	2.50	0.09	0.36
K^+		0.46	1.08	0.10	0.19	0.51	1.31	0.17	0.26	0.60	1.38	0.03	0.28
$Ni_{\_DTPA}$	mg kg^{-1}	5.16	22.68	0.18	5.20	4.70	20.65	0.29	3.96	5.26	18.29	0.25	3.85
$Co_{\_DTPA}$		0.62	2.73	0.00	0.52	0.64	2.78	0.05	0.4	1.61	9.24	0.09	1.48
$Fe_{\_DTPA}$		16.98	86.05	1.56	16.48	16.61	74.30	2.27	11.21	22.06	88.58	2.13	16.57
$Mn_{\_DTPA}$		62.13	238.8	3.09	59.06	55.8	233.28	4.61	49.87	78.41	218.58	1.79	53.52
$Cu_{\_DTPA}$		3.08	25.51	0.18	4.90	5.79	42.68	0.22	7.96	5.01	26.53	0.24	4.39
$Zn_{\_DTPA}$		5.02	22.78	0.08	4.42	4.83	25.20	0.37	3.52	6.09	25.75	0.36	4.60
$Mo_{\_DTPA}$		0.002	0.07	** N/D	0.01	0.002	0.05	** N/D	0.01	0.003	0.08	** N/D	0.01

*Extracción con DTPA **N/D: No detectado

Muchas variables de suelo controlan el contenido de micronutrientes. Algunos parámetros fueron establecidos por Kabata-Pendias y Krakowiak (9), basados en el cálculo de la matriz de coeficientes de correlaciones entre metales y algunas propiedades del suelo como: pH, la fracción de arcilla, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y contenido de Fe. Los resultados mostraron altas correlaciones entre el Ni - Fe (>60%) y Mn - Fe (>40%). La correlación con la materia orgánica sólo alcanzó a explicar 15% de Ni, Fe, Zn y Cu y la más baja observada fue del Mn (>10%).

Tabla II. Correlacioneslineales entre las propiedades generales, la MOS y los contenidos de micronutrientes asimilables en los suelos estudiados

Variable	pH(a)	pH (k)	P(on)	K(on)	MOS	Ca	Mg	Na	K	Ni	Co	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo
pH(a)	1.00															
pH (K)	0.95**	1.00														
P(on)	0.13	0.16	1.00													
K(on)	-0.57**	-0.56**	0.20	1.00												
MOS	-0.48**	-0.26	0.11	0.42**	1.00											
Ca	0.39*	0.25	0.27	-0.07	-0.12	1.00										
Mg	0.00	-0.09	0.05	0.04	-0.18	0.21	1.00									
Na	0.16	-0.09	0.01	0.25	-0.48**	0.48**	0.36*	1.00								
K	-0.33*	-0.38*	0.08	0.85**	0.27	0.24	-0.01	0.43**	1.00							
Ni_DTPA	-0.14	-0.09	0.17	-0.05	0.30	0.06	0.29	-0.22	-0.07	1.00						
Co_DTPA	-0.59**	-0.53**	-0.07	0.14	0.31	-0.27	0.17	-0.30	-0.03	0.59**	1.00					
Fe_DTPA	-0.52**	-0.51**	0.03	0.32*	0.18	-0.14	0.26	-0.06	0.12	0.42**	0.67**	1.00				
Mn_DTPA	-0.63**	-0.57**	-0.01	0.51**	0.31	-0.21	0.05	-0.05	0.32*	0.26	0.54**	0.55**	1.00			
Cu_DTPA	-0.64**	-0.51**	-0.03	0.52**	0.54**	-0.31	-0.05	-0.18	0.29	-0.04	0.36*	0.35*	0.55**	1.00		
Zn_DTPA	-0.30	-0.21	0.10	0.00	0.50**	0.00	0.18	-0.37*	-0.05	0.67**	0.59**	0.28	0.41*	0.07	1.00	
Mo_DTPA	-0.07	0.00	0.40*	0.11	0.30	0.05	-0.07	-0.17	-0.03	0.15	0.19	0.04	-0.01	0.14	0.35*	1.00

Correlación significativa a p< 0.05 **Correlación significativa a p< 0.01

La Tabla II presenta las correlaciones entre las propiedades generales y los micronutrientes asimilables. Las correlaciones negativas significativas ($p<0.01$) del pH con la mayoría de los micronutrientes indican un decrecimiento en la disponibilidad de estos en la medida en que el pH incrementa.
La concentración de micronutrientes en la solución del suelo es más baja en condiciones neutras y alcalinas que en suelos de pH ácidos (9).
El K asimilable favoreció la disponibilidad de Cu (r=0.52**), Mn (r=0.51**) y el Fe (r=0.32*) con un efecto más débil y la disponibilidad de Mo se incrementó con el P asimilable (r=0.40*). La relación positiva de la MOS con los micronutrientes sugiere una dependencia entre ellos, aunque muy baja, destacándose los elementos Cu (r= 0.54**) y Zn (r= 0.50*). Las relaciones delCa^{2+} con los micronutrientes no son significativas, sin embargo, la presencia de este en la solución del suelo mostró una tendencia a disminuir la disponibilidad de Co, Fe, Mn y Cu. El Na^{+} afectó los niveles disponibles de Zn (r=-0.37*) en bajas proporciones. Estos resultados demuestran la baja correlación entre los micronutrientes y las propiedades generales de los agrupamientos de suelo estudiados en conjunto.
Las correlaciones significativas positivas encontradas entre los micronutrientes indicaron que el incremento del contenido de uno beneficia la disponibilidad de los otros. De esta manera se obtuvieron correlaciones positivas ($p<0.01$) entre Ni-Co (r=0.59**), Ni-Fe (r=0.49**), Ni-Zn (r=0.67**), Co-Fe (r=0.67**), Co-Mn (r=0.54**), Co-Zn (r=0.59**), Fe-Mn (r=0.55**) y Mn-Cu (r=0.55**).

CONCLUSIONES

El pH, K asimilable y la MOS son las propiedades del suelo que más se relacionan con los contenidos de micronutrientes disponibles. Las propiedades generales de los agrupamientos de suelo estudiados en conjunto mostraron baja correlación con los contenidos de micronutrientes disponibles.

RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar las relaciones entre las propiedades generales del suelo y las concentraciones de micronutrientes disponibles por agrupamientos de forma independiente.

REFERENCIAS

1. Fancelli, A.L. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. p11-27.En: Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, 2006.207p.
2. Wang, J. J., D. L. Harrell, R. E. Henderson. Comparison of soil-test extractans for phosphorus, potassium, calcium, sodium, zinc, copper, manganese and iron in Loussiana soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 2004, 35, 145-160 pp.
3. Miretti, MC; M Pilatti; RS Lavado& S Imhoff. Historia de uso del suelo y contenido de micronutrientes en Argiudoles del centro de la provincia de Santa Fe (Argentina). Ciencia del Suelo, 2012, 30(1), 67-73.
4. Sims, J. T.; G. V. Johnson. Micronutrients soil test. In micronutrients in Agriculture (Mortvedt, J. J et.al eds.) second edition, 1991. SSSA Inc. Madison. 427-476 pp.
5. Abreu, C. A. M. E. Ferreira e. C. M. Bróker. Disponibilidades e avaliação de elementos cationicos: Zinco e Cobre. Em Micronutrientes e Elementos Tóxicos na Agricultura, 2001, CNPq/ FAPESP/ POTAFOS. 125-150pp.
6. Ortega, A. E. y E. Malavolta. Los más recientes micronutrientes vegetales. Rev. Informaciones Agronómicas, 2012, No.7, p 16-25.
7. Villegas, R.; M.E.de León; J. Fernández; A. Menéndez; A. Cabrera; M. Pérez. Manual de Procedimientos del SERFE. Editorial: Publinica. 2007. 44 pp.
8. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímicas. Tomo I y II. Departamento de Suelos y Agroquímicas. La Habana, 1990.108 pp.
9. Kabata – Pendias, A. Trace elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press. LLC. Boca Raton New York, 2001, 413 pp. ISBN: 0-8493-1575-1.

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR PARA DIFERENTES CEPAS POR INTERMEDIO DEL CROPWAT (VARIANTE 8) EN ÁREA DE RIEGO A BENEFICIAR CON EL TRASVASE ESTE-OESTE

EVAPOTRANSPIRATION OF SUGAR CANE FOR DIFFERENT STUMP FOR INTERVAL OF THE CROPWAT (VARIANT 8) IN AREAS OF IRRIGATION TO BENEFIT WITH THE DECANTING EAST- WEST

Serrano, A[1],* Martín, G[1*], Lamelas, C[2*], Vidal, M[2*], Cobo, Y[1*], Hernández, D[1]

1. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

* e-mail (adrian.serrano@inicahl.azcuba.cu)

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con los datos climáticos de la Estación Agrometeorológica de Guaro (coordenada 609.400 Norte y 223.700 Este) y la lluvia de los pluviómetros que posee el INRH (código:387 ubicado en las coordenadas X:592.400 Y:216.400, 388 X:592.700 Y:212.800, 434 X:595.500 Y:213.800) en la zona con registros de 22 años, el mismo tiene como objetivo determinar la evapotranspiración para tres cepas (retoño, frio y primavera quedada) de caña de azúcar utilizando el CROPWAT 8.0 en áreas de la Unidad Empresarial de Base “Loynaz Hechavarría” a beneficiar con riego de las aguas del trasvase este-oeste. El mes de julio es el de mayor evapotranspiración para todas las cepas, la evapotranspiración total es mayor en las cepas de ciclo más largos. La evaporación supera las precipitaciones entre los meses de enero a mediados de septiembre, por lo que existe un déficit de agua durante una gran parte del el año.

PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, evapotranspiración, cepas

ABSTRACT

The work was developed with the climatic data from Guaro Meteorologic Station (coordinate 609,400 North and 223,700 East) and the rain of the pluviometers of INRH (code:387 located in the coordinates 592,400 X 216,400 Y, 388: 592,700 X 212,800 Y, 434: 595,500 X 213,800 Y) at the zone with 22 years records, with the objetive of to determine the evapotranspiration for three sugarcane shoots (ratoons, cold and spring) utilizing the CROPWAT 8,0 software in areas of Loynaz Hechavarría sugar estate to benefit with irrigation from east-west transfer waters system. July is the month is the greatest evapotranspiration month for all shoots, is major the total evapotranspiration in shoots of longer cycles. The evaporation exceeds the precipitations between the months of January to the middle of September, so there is a water deficit during a large part of the year.

KEYWORDS: sugar cane, evapotranspiration, shoots

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la evapotranspiración (Etc) en el cultivo de la caña de azúcar, es esencial para un manejo eficiente del riego durante todo el ciclo vegetativo, esta permite ajustar la norma y los intervalos de aplicación del agua a este cultivo. De igual forma esta variable permite hacer un uso racional del agua y la energía, minimizando el desperdicio de ambos recursos y la contaminación del medio ambiente. La evapotranspiración es el elemento más importante del balance hídrico, ya que toda el agua consumida en este proceso debe reponerse a través del riego en caso de que la lluvia no supla toda la demanda del cultivo. El déficit en los acumulados anuales de lluvias, caracterizado por una disminución en el orden del 10%, el cual

se concentra en los meses del período húmedo mayo-octubre, lo que nos obliga a usar técnicas de riego ahorradoras de agua y de energía con el objetivo de contribuir a la mitigación por los efectos del cambio climático que se producirá sobre la agricultura (1). El objetivo del trabajo es determinar la evapotranspiración para tres cepas (retoño, frío y primavera quedada) de caña de azúcar en áreas a beneficiar con riego asociadas al trasvase este-oeste en la Unidad Empresarial de Base "Loynaz Hechavarría".

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló con la bases de datos climáticos de los últimos 22 años de la Estación Agrometeorológica de Guaro (ubicada en la coordenada 609.400 Norte y 223.700 Este) y la lluvia de la red de pluviómetros que posee el INRH (código:387 ubicado en las coordenadas X:592.400 Y:216.400, 388 X:592.700 Y:212.800, 434 X:595.500 Y:213.800) en la zona de estudio, a la cual se le determinó el año del 75 % de probabilidad (medio seco). Estas se utilizaron para calcular la evapotranspiración mensual para tres cepas (retoño, frío y primavera quedada) en áreas cañeras de la Unidad Empresarial de Base "Loynaz Hechavarría" a beneficiar con riego de las aguas del trasvase este-oeste. La determinación del área de influencia de cada estación pluviométrica se realizó con la herramienta del Sistema de Información Geográfica (SIG), Diagrama de Voronoi (Polígonos de Thiessen) (2). La evapotranspiración mensual (método de Penman-Monteith) se determinó utilizando el software CROPWAT 8.0 desarrollado por la FAO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa el comportamiento de la lluvia y la evaporación asociada a la Estación Agrometeorológica de Guaro, se puede apreciar que existe un déficit de humedad durante una gran parte del año, solo desde la segunda quincena de septiembre hasta principio de noviembre es que las precipitaciones superan la evaporación, lo cual nos indica que es necesario suministrarle agua al cultivo de la caña de azúcar prácticamente durante todo el año, reportes anteriores (3) definieron que el comportamiento del clima es más árido en la región Oriental del país.

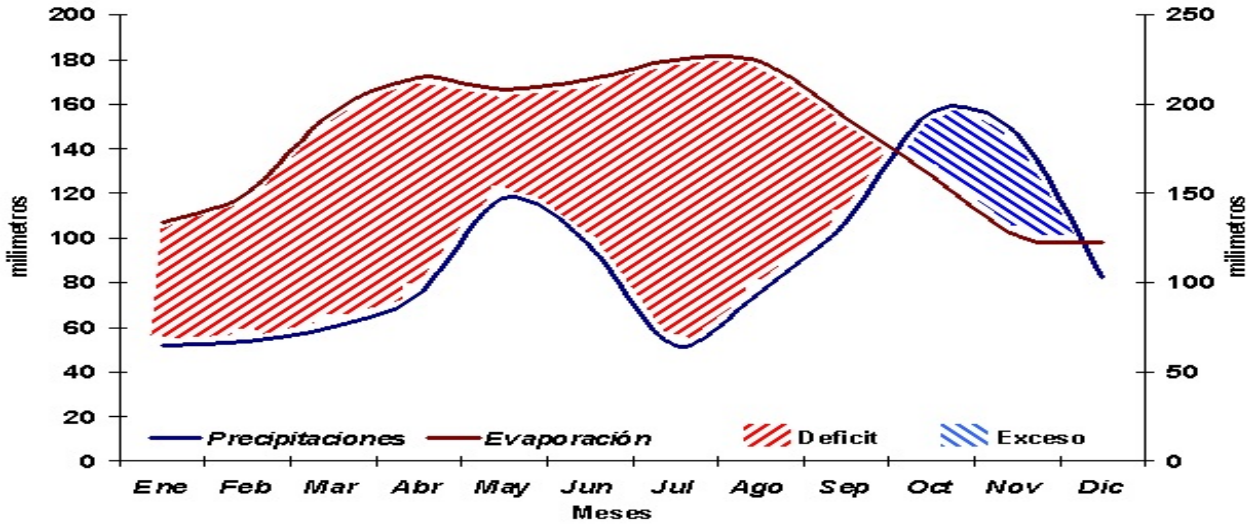


Figura 1. Comportamiento de la evaporación y las precipitaciones asociadas a la Estación Meteorológica de Guaro

En la figura 2 se aprecia el comportamiento de la evapotranspiración de un retoño de 12 meses, los valores más altos para esta cepa se encuentran entre los meses de abril a septiembre; se observan los picos más elevados en los meses de julio y agosto, lo cual coincide con los meses de mayor temperatura. Aspectos reportados anteriormente (4), indican los valores más altos de evapotranspiración durante este período.

También otros estudios (5), fueron reportados para efectuar esta determinación en la caña de azúcar en el Valle de Guantánamo en condiciones de bajo nivel pluviométrico.

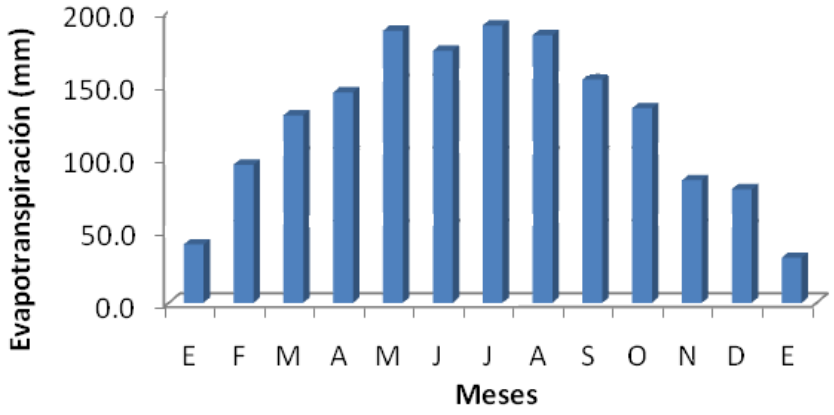


Figura 2. Evapotranspiración para un retoño de 12 meses cosechado en enero

La figura 3 muestra el comportamiento de la evapotranspiración de una cepa de frío de 15 meses, los valores más elevados se encuentran en el periodo de marzo a octubre, en correspondencia con los obtenidos en Guantánamo (6), donde se alcanzaron a los nueve meses de edad. En resultados reportados anteriormente (7) los mayores valores se produjeron en la etapa de máximo crecimiento del cultivo, que coincide entre los cuatro y 10 meses de edad.

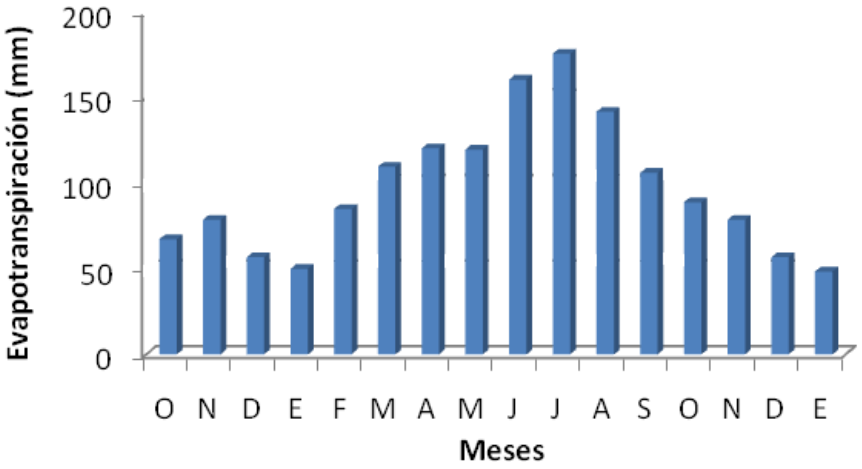


Figura 3. Evapotranspiración para una cepa de frío de 15 meses cosechado en enero

En la figura 4 se refleja el comportamiento de la evapotranspiración de una cepa de primavera quedada de 20 meses de edad, que alcanza altos valores en dos períodos, el primero entre los meses de julio y octubre y el segundo entre marzo y octubre del próximo año, coincidiendo con los meses de mayor temperatura, los que están en correspondencia con los obtenidos en el valle de Guantánamo (5), al determinar la evapotranspiración potencial para esta cepa plantada en mayo y junio.

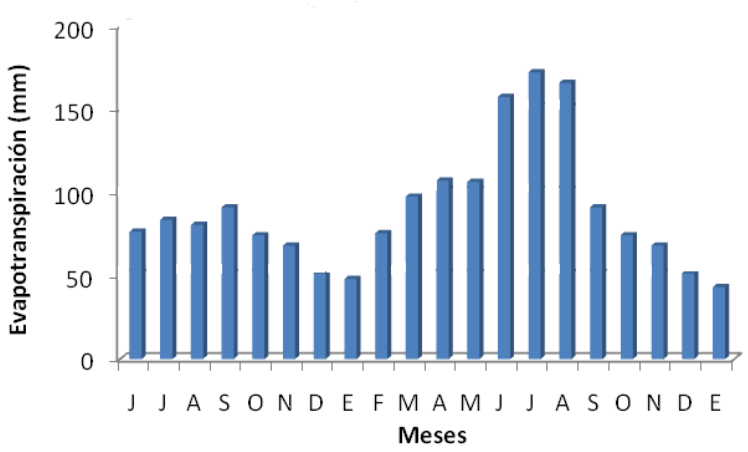


Figura 4. Evapotranspiración para una primavera quedada de 20 meses cosechada en enero

CONCLUSIONES

- El mes de mayor evapotranspiración para la caña de azúcar es el mes de julio.
- Las cepas de ciclo más largo demandan mayor cantidad de agua para su normal desarrollo.
- La evaporación supera las precipitaciones entre los meses de enero a octubre, por lo que existe un déficit de agua durante gran parte del el año.

REFERENCIAS

1- Lapinel, B; Cutre, V. y Fonseca, C. ¿Se humedecerá la sequía? Granma (Cu), 2010, junio 12:8. ISSN: 0864-0424.

2- Ponce de León, D., C. Balmaseda, Saddys Segrera, R. Ponce-Hernández y Yanet Rodríguez. Manual. Fundamentos Teórico - Prácticos de Sistemas de Información Geográfica y Metodología de Zonificación Ecológica Económica. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto FAO TCP/CUB/8822. La Habana, 1999. 110 pp.

3- Pérez, L. J; Cuéllar, A; De León, M; Santana, S; Fonseca, A; Pérez, I. M. Caña de azúcar: Captación, conservación y manejo del agua y la humedad del suelo. 2004. Cuba & Caña. Boletín especial No.1. p-43.

4- Avalos, J y J. Pacheco. Programación del riego de la caña de azúcar en la provincia de Villa Clara, Cuba. Revista Ciencia y Técnica Agropecuaria, 2012, vol. 21, No 4, p: 61-66. ISSN-1010-2760.

5- Hernández, I. Requerimientos hídricos para la caña de azúcar en las condiciones de bajo nivel pluviométrico. Cuba Caña, 2007, No 3.p: 3 – 11.

6- Cabreras, R; Luis, A; I. Hernández. Evapotranspiración de la caña de azúcar en clima semiárido. Caña de Azúcar, 1996, 14: p 81-89.

7- Torres, S.J.; Cruz, J.R. y Villegas. F. Avances técnicos para la programación y el manejo del riego en la caña de azúcar. 2004. CINICAÑA. 66 pp.

EVALUACIÓN DE TRANSFORMACIONES DEL SUELO EN UN EXPERIMENTO DE LARGA DURACIÓN CON CAÑA DE AZÚCAR

SOIL TRANSFORMATION ASSESSMENT IN A SUGARCANE LONG-TERM EXPERIMENT

Autores: Orozco, Miriam. [1]*; García-López[1], Y. y Sánchez[1], Y.

[1] Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar "Antonio Mesa Hernández", Matanzas.
[2] Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
* e-mail: miriam.orozco@epicamt.azcuba.cu

RESUMEN

Los experimentos de larga duración son una excelente herramienta para evaluar transformaciones del suelo con alto rigor científico. Permiten identificar desafíos ante los cambios en la resiliencia y el clima. En el trabajo se estudia el comportamiento de la materia orgánica del suelo y el fósforo asimilable en parcelas plantadas con caña de azúcar sometidas a quema, rotación con soja y sin fertilizantes. Se evalúan los resultados del muestreo de suelo posterior a la primera cosecha del primero, tercero y cuarto ciclos en los años 1991, 2005 y 2015, respectivamente. Se observa una tendencia hacia la disminución en el comportamiento de las variables estudiadas por el efecto conjunto de los tres manejos, con un comportamiento diferente en cada momento de muestreo.

PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, suelo, experimentos de larga duración.

ABSTRACT

Long-term experiments are an excellent tool to evaluate soil transformations with high scientific rigor. They identify challenges to resilience and climate changes. In this work the soil organic matter behavior and available phosphorus in plots planted with sugarcane subjected to burning, rotation with soybean and without fertilizers are studied. The results of soil sampling after the first harvest in first, third and fourth cycles in 1991, 2005 and 2015, respectively, are evaluated. There is a trend to decrease in the studied variables behavior by the integral management effect that was different in every studied moment.

KEY WORDS: sugarcane, soil, long-term experiment.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han incrementado las investigaciones sobre la pérdida de la capacidad productiva de los agroecosistemas cañeros. La extracción y exportación de nutrientes y la pérdida continua de materia orgánica que sufre el suelo, son causas que provocan que el rendimiento agrícola del cultivo disminuya considerablemente con el transcurso de los años (1). Las prácticas humanas han tenido impactos en los ecosistemas durante milenios y en muchos casos a través de actividades agrícolas; cuando tiene lugar la aplicación inapropiada, excesiva y prolongada de agroquímicos (2, 3). Una gran parte de los problemas que no ha sido suficientemente esclarecida puede ser resuelta usando experimentos de larga duración (4). Los cambios y transformaciones en las propiedades del suelo, sólo son medibles a largo plazo (5). Los experimentos de larga duración proveen observaciones directas de cambios en el suelo y su funcionamiento (6). Los manejos que inducen cambios en las propiedades del suelo son a menudo lentos y sólo son reconocidos después de largos periodos de tiempo. Estos experimentos proveen la única plataforma de

investigación para estudios de sostenibilidad del recurso suelo (7). Pueden revelar la importancia de efectos indirectos en los procesos ecosistémicos, que no aparecen en corto tiempo (8).
Es objetivo del trabajo es estudiar el comportamiento de la materia orgánica del suelo y el fósforo asimilable en parcelas plantadas con caña de azúcar bajo los manejos quema, rotación con soja y sin fertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas agrícolas de la Estación Experimental *Antonio Mesa* de Jovellanos, provincia Matanzas, ubicada entre los 22º45'0″ N y 81º30'0″ O, en la que se condujo un experimento plantado con caña de azúcar, con un diseño en Parcelas divididas, para el monitoreo de la fertilidad desde 1989 hasta 2015 en la capa cultivable de un suelo Ferralítico Rojo. La Figura 1 representa la ubicación del experimento.

Figura 1. Ubicación del experimento MCC-1

En el experimento se evaluó el efecto de la quema de los residuos de cosecha sobre los contenidos de materia orgánica del suelo por el método de Walkley-Black y el fósforo asimilable (extracción con H_2SO_4 0,1 N), después de haber rotado la caña de azúcar con soya, sin el uso de fuentes externas de nutrientes.

Después de la primera cosecha del cultivo correspondiente al primero, tercero y cuarto ciclos de las parcelas sometidas a quema, rotación con soja y sin fertilizantes, se tomaron muestras de suelo para las determinaciones químicas. El muestreo de suelo fue realizado acorde con Normas metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica (9). Los análisis estadísticos fueron realizados con el software R versión 3.3.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran una tendencia hacia la disminución en los contenidos de MOS (Figura 2) y de fósforo asimilable (Figura 3).

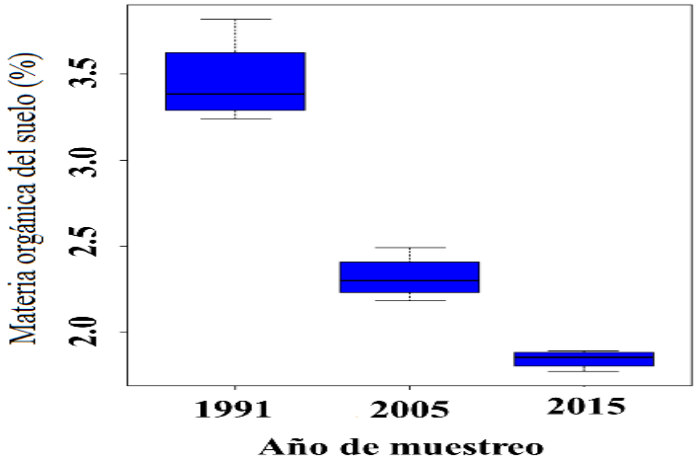


Figura 2. Comportamiento de la materia orgánica del suelo en los tres momentos estudiados.

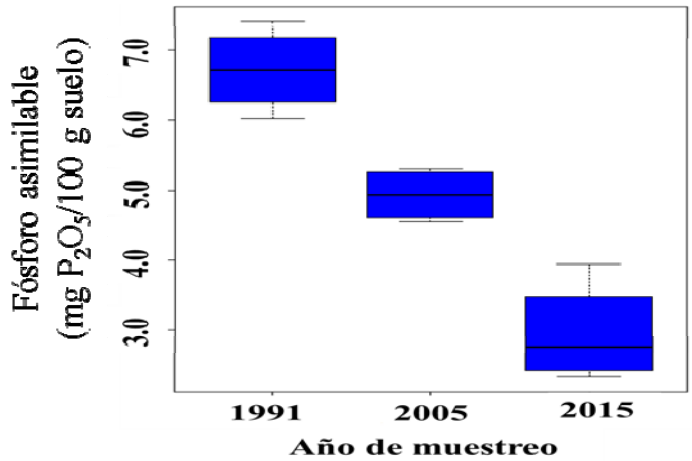


Figura 3. Comportamiento del fósforo asimilable del suelo en los tres momentos estudiados.

De acuerdo con los resultados de la comparación de las medias (Tabla I), la MOS mostró un valor de F de 98,75 y el fósforo de 41,65, a una probabilidad de error de 1% en ambos casos. Este resultado da la medida del efecto negativo de las prácticas de manejo estudiada fundamentalmente sobre la MOS, pues con la quema se pierde más de 70% del carbono contenido en ella y emitido hacia la atmósfera (10), además de que se priva a la fauna del suelo de una fuente de nutrientes inmediata (11).

Tabla I. Resultados del análisis de varianza practicado a los datos de MOS y P asimilable.

Año de muestreo	MOS	P. asimilable
	%	mg P_2O_5/100 g
1991	3,46 a	6,73 a
2005	2,32 b	4,93 b
2015	1,84 c	2,95 c
F	98,76	41,65
P	0,0000	0,0000

Letras desiguales indican diferencias significativas según Tukey (HSD) al 1% de probabilidad de error.

Se pudo comprobar que los contenidos de MOS y fósforo asimilable son diferentes en los tres momentos

evaluados y tienden a ser cada vez menores, lo que alerta sobre la necesidad de sustituir la quema por prácticas amigables con el medio ambiente, que garanticen el sostenimiento de la fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con la quema se observa una tendencia a la disminución en los contenidos de materia orgánica del suelo y el fósforo asimilable en el tiempo, cuantificadas en 1,61% y 3,77 mg de P_2O_5/100g respectivamente, en un período de 25 años.
2. Se sugiere la sustitución de la quema, como práctica indeseable capaz de degradar la fertilidad del suelo y contaminar el ambiente por su contribución al incremento de los gases de efecto invernadero.

REFERENCIAS

1- Rodríguez, I; Pineda, E.; Fernández, I.; Manresa, M.; Gil, Y.; Rodríguez, L.; Aguilera, L.; Mas, R.; Acosta, F.; García, I.; Sánchez, E.; Díaz, T.; Reyes, M.; González, Y.; Estévez, Y.; Álvarez, R.; Dueñas, M.; Barreto, B.; Becerra, E. y Hernández, N. El cultivo de la caña de azúcar y su influencia sobre algunas propiedades químicas y el rendimiento agrícola de un suelo Pardo sialítico bajo diferentes regímenes de fertilización. Evento por el 60 Aniversario de la EPICA de Jovellanos. Varadero-Matanzas, junio 5 al 9, 2007. ISBN 1021-6527.

2- San Román Sanz, A., C. Fernández, F. Mouillot, L. Ferrat, D. Istria, and V. Pasqualini. Long-term forest dynamics and land-use abandonment in the Mediterranean mountains, Corsica, France. Ecology and Society [online], 2013, 18(2), pp. 38. Disponible en Internet: http://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss2/art38/ES-2013-5556.pdf. [Citado: 9/mar/2016].

3- Terry C. y Abó M. Contaminación ambiental. En: Rubio T, 2013. Producción y consumo sostenible. Imperativo de una estrategia de desarrollo económico. Instituto cubano del libro (ed.). Científico-técnica, 2012. Capítulo 2. p 7-54. ISBN 978-959-05-0702-1.

4- Körschens, M. The importance of long-term field experiments for soil science and environmental research – a review. PLANT SOIL ENVIRON (Special Issue). [online], 2006, pp. 1–8. Disponible en Internet:

5- Kibet, L., Blanco-Canquia H, Jasab P. Long-term tillage impacts on soil organic matter components and related properties on a Typic Argiudoll. Soil & Tillage Research, 2016, p 78–84. Science Direct.

6- Richter, D.; Callaham, M.; Powlson, D.; Smith, P. Long-Term Soil Experiments: Keys to Managing Earth's Rapidly Changing Ecosystems. Soil Sci. Soc. Am. J., [online], 71, 2007, p 266–279.

7- Petersen, J.; Mattsson, L.; Riley, H.; Salo, T.; Thorvaldsson G.; Christensen B. Long Continued Agricultural Soil Experiments: A Nordic Research Platform – An Overview. DJ F PLANT SCIENCE. [online], 2008, NO. 136. ISBN: 87-91949-30-0.

8- Knapp, A.; Smith, M.; Hobbie, S.; Collins, S.; Fahey, T.; Hansen, G.; Landis, D.; La Pierre, K.; Melillo, J.; Seastedt, T.; Shaver G.; Webster, J., 2012. Past, Present, and Future Roles of Long-Term Experiments in the LTER Network. BioScience, [Online], 62 (4), pp. 377-389.

9- Dirección de Manejo Agronómico. Normas metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica. Tomos I y II. 1980. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 150 pp.

10- Galdós M.V.; Cerri C.C. y Cerri C.E.P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. Geoderma, 153, 2009, p. 347–352.

11- Babujia L.C.; Hungria M.; Franchini J.C. y Brookes P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. Soil Biology & Biochemistry 42, 2010, p. 2174–2181.

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL SUELO Y SU INCIDENCIA PARA RECOMENDAR FERTILIZANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
SOIL VARIABILITY ASSESSMENT AND ITS INCIDENCE TO RECOMMEND FERTILIZER IN SUGARCANE

Autor (es): García-López[1], Y, Sanchez[1], Y, Fernández[1], E, Orozco[1], M, García[2], V

1. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar
2. UPC Dagoberto Rojas

* e-mail: yasmany.garcia@epicamt.azcuba.cu

RESUMEN

La alta extracción de nutrientes del suelo motivado por las cosechas sucesivas de caña de azúcar, requiere de la fertilización de los campos bajo este cultivo. La recomendación de fertilizantes parte del muestreo de suelo. El presente trabajo recoge los resultados de 100 muestras de suelo tomadas en seis hectáreas de un agroecosistema de caña de azúcar. Cada muestra fue georreferenciada y se elaboraron mapas de variabilidad por categorías de fósforo y potasio asimilable. La media total obtenida se comparó con las medias de otros métodos, donde el menor error se encontró en la diagonal del campo. También se determinó las cantidades de fertilizante que se requerirían en cada sub-área; donde la suma total sería para el caso del superfosfato triple de 626.80 kg y el Cloruro de potasio de 1224.64 kg y se comparó con respecto a las dosis que se obtendrían por los otros métodos.

PALABRAS CLAVES: Muestreo de suelo, fertilización, caña de azúcar.

ABSTRACT

The high nutrients´ extraction from the soil motivated by the successive harvests of sugarcane requires the fertilization of the fields under this crop. The fertility´s recommendation is based on soil sampling. The present work includes the results of 100 soil samples taken in six hectare of a sugarcane´s agroecosystem. Each sample was georreferenced and variability´s maps by categories of phosphorus and assailable potassium were elaborated. The total average obtained was compared to means of other methods, where the smallest error was found in the field diagonal. The amounts of fertilizer that would be required in each sub-area were also determined; where the total sum would be for the case of the triple superphosphate of 626.80 kg and the potassium chloride of 1224.64 kg and was compared with respect to the doses that would be obtained by the other methods.

KEY WORDS: Soil sample, fertilization, sugarcane

INTRODUCCIÓN

El suelo es un medio donde componentes sólidos, líquidos y gaseosos interactúan con una multitud de procesos biológicos, físicos y químicos. (USDA, 2010; Zornoza *et al*., 2015) y juega un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema (Adhikari y Hartemink, 2016). Sus funciones permiten la obtención de bienes requeridos por la sociedad. La fertilidad del suelo es el punto central para desafíos globales de sostenibilidad ambiental tales como seguridad alimentaria y protección de la biodiversidad (McBratney *et al*., 2014). La estructura y fertilidad del suelo desempeña un rol fundamental en la determinación de diferentes lugares para cultivar y en la cantidad y calidad de las producciones de la agricultura. (Zhang *et al*., 2007). La vida del suelo depende del agua, los elementos químicos que en esta se encuentra y la materia orgánica. (Crespo, 2011). Dos de los elementos químicos más requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo son: fósforo y potasio. El fósforo procede del material de origen y de aplicaciones que se realicen de forma artificial. El Potasio en el suelo proviene de la descomposición de los minerales contenidos en las rocas a partir de las cuales se ha formado y la fertilización. La eficiencia del uso y manejo es fundamental para alcanzar altas productividades agrícolas sin afectar la calidad ambiental. (Fundora *et al*., 1979; Cuellar *et al*., 2002; Fink *et al*., 2016). El cultivo de la caña de azúcar necesita de la reposición de ambos nutrientes

(por la extracción de sucesivas cosecha). La base de una adecuada recomendación de fertilizante es el muestreo de suelo, que garantiza la correcta caracterización de un área evaluada. En el trabajo se evalúa la variabilidad del suelo y cómo afecta la recomendación de fertilizantes, para el área muestreada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente recoge los resultados analíticos de 100 muestras de un suelo ferralítico rojo, recolectados en seis hectáreas del campo cuatro del bloque 607 de la unidad Dagoberto Rojas de la UEB Jesús Rabí; ubicada en el municipio Calim ete, provincia Matanzas. Las muestras fueron tomadas en cuadrículas, figura 1 a).

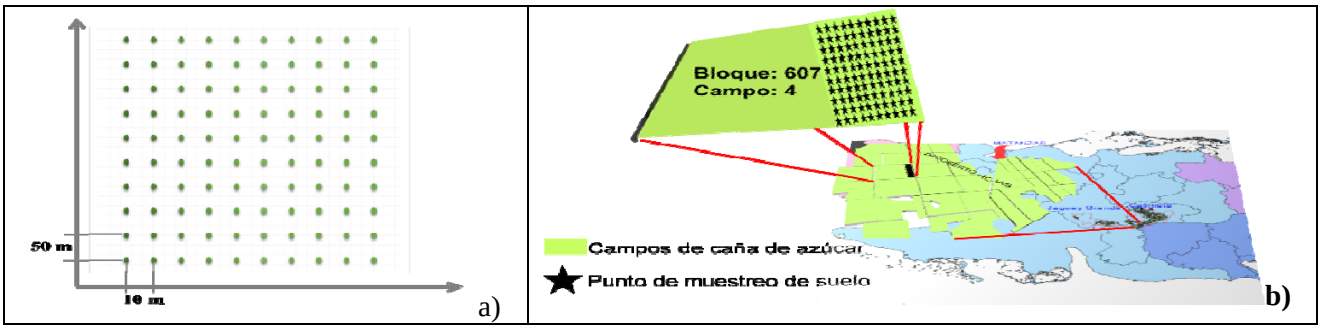


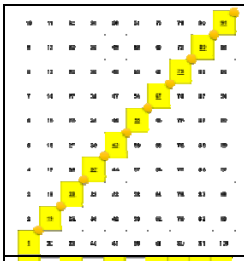
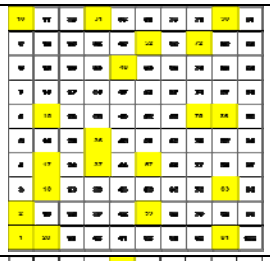
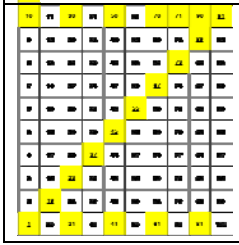
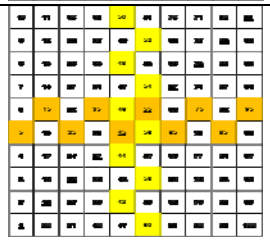
Fig. 1. a) Esquema del de muestreo de suelo y b) representación del campo de caña de azúcar

Los resultados de fósforo y potasio asimilables determinados por el método de Oniani, para las 100 muestras, permiten crear mapas de variabilidades, comparar diferentes formas de muestreo para obtener una muestra compuesta (diagonal, aleatorio, zeta y cruz) y evaluar las diferentes dosis que se recomendarían en función de los diferentes métodos de muestreo. Los mapas se realizaron con el software MapInfo versión 12.0.2. Los análisis estadísticos fueron realizados con el software Statgraphics Plus versión 5.0 y el porcentaje de error entre los resultados de las diferentes formas de muestreo respecto a la media del total de las muestras, por la siguiente ecuación:

$$\%Error = \frac{[media\,(100\,muestras) - media\,(forma\,de\,muestreo)]}{media\,(100\,muestras)} * 100 \qquad (1)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla I. Valores obtenidos por diferentes formas de muestreo y el error respecto al total de muestras

 **a) Diagonal del campo** **Fósforo asimilable.** 3,20 mgP_2O_5/100g **Error:** 13,7 % **Potasio asimilable** 8,13 mgK_2O/100g **Error:** 4,4 %	 **b) Aleatorio** **Fósforo asimilable.** 3,77 mgP_2O_5/100g **Error:** 34,1 % **Potasio asimilable** 8,13 mgK_2O/100g **Error:** 4,4 %
 **c) Forma de zeta** **Fósforo asimilable.** 4,71 mgP_2O_5/100g **Error:** 67,7 % **Potasio asimilable** 8,06 mgK_2O/100g **Error:** 5,2 %	 **d) Forma de Cruz** **Fósforo asimilable.** 1,31 mgP_2O_5/100g **Error:** 53,1 % **Potasio asimilable** 8,88 mgK_2O/100g **Error:** 4,5 %

La media de los 100 valores de fósforos es 2,809 mg P_2O_5/100 g de suelo. Si se utiliza la ecuación (1) se obtiene los errores que se muestran en la Tabla I; donde el menor error le corresponde al muestreo en

diagonal. Similar análisis aplicado al potasio se obtiene una media total de 8,503 mg K_2O/100g de suelo y los menores errores le corresponden al muestreo en diagonal y el aleatorio. De los métodos comparados la diagonal es la forma más factible no solo por su acercamiento a la media del total de muestra, sino, además es la forma más sencilla para ejecutar en condiciones de producción. Esto corresponde con lo establecido por el sistema de trabajo del servicio de recomendación de fertilizantes y enmiendas (SERFE).

Con el avance de las tecnologías y la búsqueda de precisión en la agricultura se debe entrar en las dosis variables de fertilizantes. A partir de la georreferenciación de los puntos de muestreo se confeccionaron los mapas por categorías de la figura 2, para fósforo y potasio asimilables.

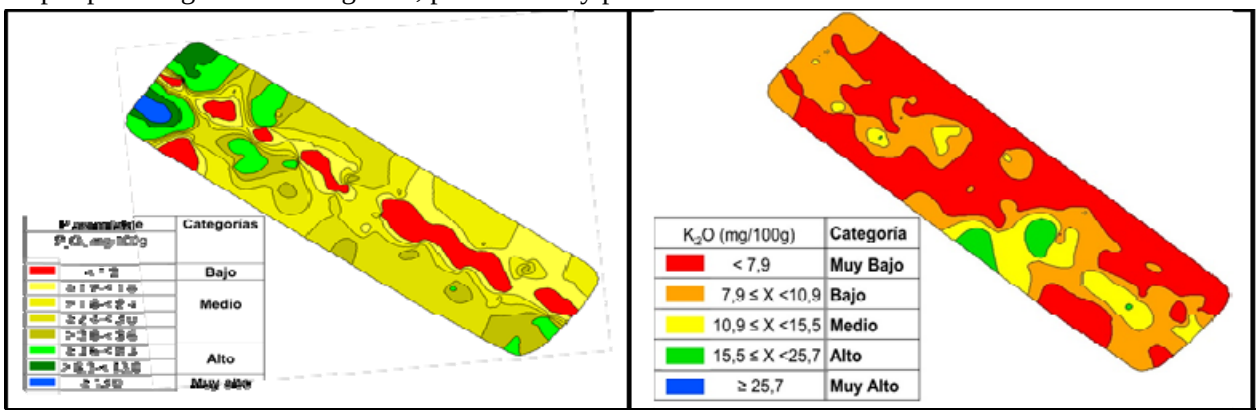


Fig. 2 Variabilidad en el suelo de los nutrientes fósforo y potasio por categorías

Cada color es asociado a una categoría de suelo y le corresponde una cantidad de fertilizante por sitios específicos. Es decir, para el caso del fósforo se establecen 49 dosis de superfosfato triple (SPT) que van desde 0 hasta 110 kg y para el potasio 28 dosis de KCl que van desde 0 a 617.76 kg. Los requerimientos precisos solo pueden ser obtenidos a partir de las dosis variables; en ausencia del equipamiento para esto es necesario contar con el método que se aproxime más. Es preciso destacar que hasta un promedio del total de muestra, difiere del total que se aplicaría por dosis variables (figura 3). Con mayores cantidades de muestras de suelo, se acercará más a las necesidades del campo, pero es más costoso, pues implica un incremento de personal para la toma de muestra y mayores análisis.

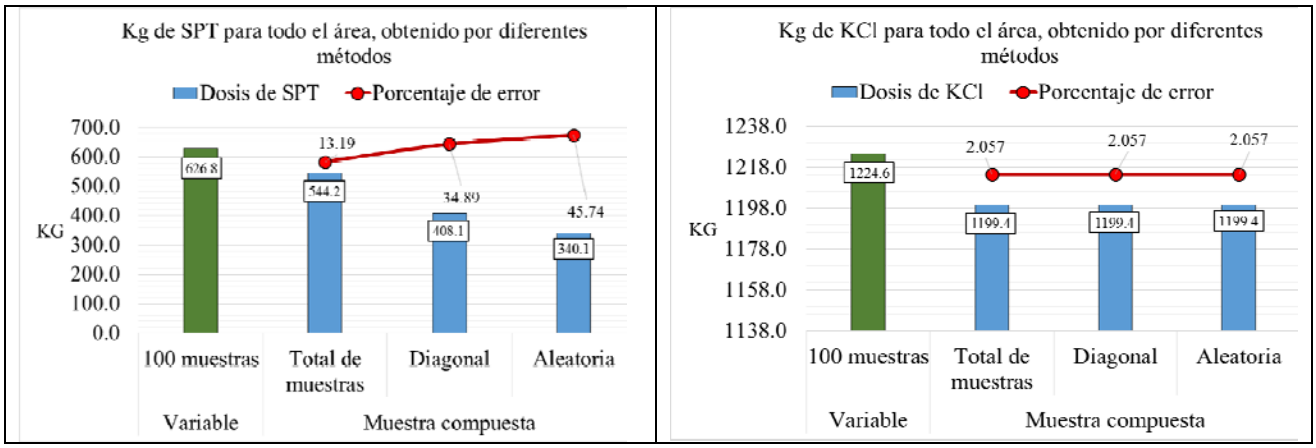


Fig. 3. Total de fertilizante que se aplicaría en toda el área evaluada por los diferentes métodos de muestreo de suelo

CONCLUSIONES

1. Se analizaron los resultados analíticos de fósforo y potasio asimilable de 100 muestras de un suelo ferralítico rojo.
2. En la comparación con diferentes formas de muestreo la diagonal del campo mostró los menores errores respecto al total de muestras, con valores de 13.7% para el fósforo y 4.4 % para el potasio.
3. Los mapas de variabilidades permitieron distinguir áreas con diferentes categorías dentro del campo y se le asociaron diferentes dosis de fertilizantes con un total de 626.8 kg de SPT y 1224.6 kg de KCl para las 6.26 hectáreas.
4. Las cantidades de fertilizantes que se recomendarían, a partir de un sola dosis para toda el área evaluada, difieren del total real que se requiere. De las formas de muestreo la que más se acercó a las necesidades reales fue la diagonal.
5. Con una muestra compuesta siempre se trabaja con un error pues hasta la media de las 100 muestras difiere del total a fertilizar variable en un 13.19 %.
6. Para unidades como Dagoberto Rojas que sobrepasan las 90 t/ha de caña de azúcar se debe lograr dosis de fertilizantes por sitios específicos para continuar los incrementos de rendimientos.

REFERENCIAS

1. United States Department of Agriculture, 2010. Keys to Soil Taxonomy. By Soil Survey Staff Eleventh Edition. USDA, Director, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue, S.W., Washington, D.C.
2. Zornoza, R.; Acosta; Bastida, F.; Domínguez, S.; Toledo D.; and Faz, A. 2015. Identification of sensitive indicators to assess the interrelationship between soil quality, management practices and human health. Published in SOIL Discuss 1, 173–185. Disponible en: http://www.soil-journal.net/1/173/2015/soil-1-173-2015.pdf
3. Adhikari y Hartemink, 2016. Linking soils to ecosystem services. A global review. Geoderma. [online], 262, pp. 101–111. Disponible en ScienceDirect: http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009. [Citado: 1/mar/2016]
4. McBratney, A., Field, D.J., Koch, A., 2014. The dimensions of soil security. Geoderma, [online], 213, pp. 203–213. Disponible en ScienceDirect: http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.08.013. [Citado: 1/mar/2016]
5. Zhang, W.; Ricketts, T.; Kremen, C.; Carney, K.; Swinton, S., 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological economics, [online], 64, pp. 253 – 260. Disponible en ScienceDirect: http://doi.10.1016/j.ecolecon.2007.02.024. [Citado:12/Feb/2015]
6. Crespo, G. 2011.Comportamiento de la materia orgánica del suelo en pastizales Revista Cubana de Ciencia Agrícola, [online], vol. 45, núm. 4, pp. 343-347. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022260001.[Citado:16/mar/2016]
7. Fundora O; Arsola N; Machado J, 1979. Agroquímica. Ministerio de Educación Superior. Editorial Pueblo y Educación. Calle 15 No. 604 entre B y C. Plaza de la Revolución, Ciudad de la Habana, Cuba.
8. Cuellar I.A.; Villegas R.; de León M.; Pérez H., 2002. Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba. Editorial PUBLINICA. La Habana, Cuba. ICBN:1234567834
9. Fink, J; Inda, A; Bavaresco, J; Barrón, V; Torrent, J; Bayer, C, 2016. Adsorption and desorption of phosphorus in subtropical soils as affected by management system and mineralogy. Soil & Tillage Research, [online] 155, pp. 62–68. Disponible en ScienceDirect: http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2015.07.017. [Citado: 8/mar/2016]

MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL VALOR DE PROGENITORES Y CRUCES EN EL PROCESO DE SELECCIÓN GENÉTICA EN CAÑA DE AZÚCAR
MATHEMATICAL MODEL TO DETERMINE THE VALUE OF PROGENITORS AND CROSSINGS IN THE BREEDING PROGRAM OF SUGAR CANE

Autor (es): Rodríguez R*, Puchades Y, Abiche W, García H, Mesa J.M, Cornide M.T.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. C. Habana. Cuba
* e-mail reynaldo.rodriguez@inicasc.azcuba.cu

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es proponer y validar un modelo matemático, insertado en el software SASEL, que permita determinar, a partir de la información histórica disponible, el valor de los progenitores y cruces utilizados en el programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba. Se utilizó la información de selección de los años 2000 al 2007, donde han concluido las etapas de selección (posturas, propagación clonal 1 y 2). Se propone un modelo matemático lineal que considera las variables evaluadas en las etapas de selección. Este modelo permitió determinar, de forma multivariada, el valor de los progenitores y cruces utilizados en el programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba y constituye una herramienta valiosa para contribuir al perfeccionamiento del programa de mejora.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, modelo, selección

ABSTRACT

The objective of the present work is to propose and validate a mathematical model for determining the value of the progenitors and crosses used in the breeding program of the sugar cane in Cuba. The model was inserted in SASEL software and involved the available historical information. Selection data was used from 2000 to 2007. They included the selection stages: seedlings and clonal propagation (1 and 2). It is proposed a linear mathematical model that considers the variables evaluated in the selection stages. This model allowed determine, in a multivariate way, the value of the progenitors and crosses used in the breeding program of sugarcane in Cuba and is a valuable tool for the improvement of the breeding program.
KEY WORDS: sugar cane, model, selection

INTRODUCCIÓN

La selección de progenitores es una de las etapas más importante en cualquier programa de mejora para obtener ganancia genética. El valor de mejoramiento es comúnmente usado como medida del potencial de un individuo como progenitor y la predicción de este valor es uno de los objetivos primarios de muchos programas de selección (Atkin et al, 2009). En este sentido, es importante disponer de software y modelos matemáticos capaces de asistir a los mejoradores en determinar el valor de progenitores y cruces. El objetivo del presente trabajo es proponer y validar un modelo matemático, que permita determinar, a partir de la información histórica disponible, el valor de los progenitores y cruces utilizados en el programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los datos provenientes de tres etapas de selección (lote de posturas, propagación cloan 1 y 2) del programa de mejora genética de la caña de azúcar desarrollado en la región sur-oriental de Cuba. El período de estudio abarcó los años desde el 2000 al 2007.

Los estudios fueron plantados en el área experimental de la localidad de América Libre del municipio Contramaestre en la provincia Santiago de Cuba (-76.2° longitud y 20.3° latitud) sobre un suelo Pardo sialítico. La conducción de los ensayos se realizó según la norma metodológicas del programa de mejora genética de la caña de azúcar en Cuba (Jorge et. al., 2011). En cada etapa de selección se evaluaron los caracteres de rendimiento agrícola, contenido de sacarosa y reacción ante roya y carbón de la caña de azúcar.

Para determinar el valor de progenitores y cruces se utilizó un modelo lineal que cuantificara la interacción existente entre el genotipo (progenitor) o el cruce y el ambiente (interacción genotipo-ambiente) a través de la siguiente función F que depende del progenitor o cruce "x" y el ambiente "y".

$$F(x,y) = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} \propto_i C_i(x,y)}{\sum_{i=1}^{n} \propto_i}\right] * 100$$

Donde: Ci(x,y), 0 <= Ci(x,y) <= 1 para (i= 1,2,…,N) son las funciones de relación entre el cruce o progenitor "x" con el ambiente "y".
$\propto_i$, 0 <= $\propto_i$ <= 1 para (i= 1,2,…,N) son los coeficientes de ponderación de las funciones de relación.
N es la cantidad de funciones de relación que se incluyen en el modelo matemático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obsérvese, las 18 variables que puede considerar el modelo para determinar el valor de cruces y la posibilidad de modificar el coeficiente de ponderación (Imp.) a partir de la importancia que se les confiera a las variables escogidas en el modelo matemático (Figura 1). Este coeficiente oscila entre cero y uno. También, aparece en esta figura la opción de restringir los cruces a considerar por el modelo al descartar en el análisis el bajo número de individuos que posean los cruces ("**Individuos a considerar**"). Esta posibilidad permite aumentar la precisión del modelo matemático.

También se puede insertar, previo al cálculo del valor de los cruces, los valores ideales o de "referencia" de las variables empleadas en el modelo. A partir de estos valores introducidos, el modelo determina el valor ideal o esperado del cruce y permite establecer un límite de los cruces a considerar como destacados o comprobados. Para determinar el valor de los progenitores se utiliza el mismo procedimiento y opciones consideradas en el modelo para determinar el valor de los cruces.

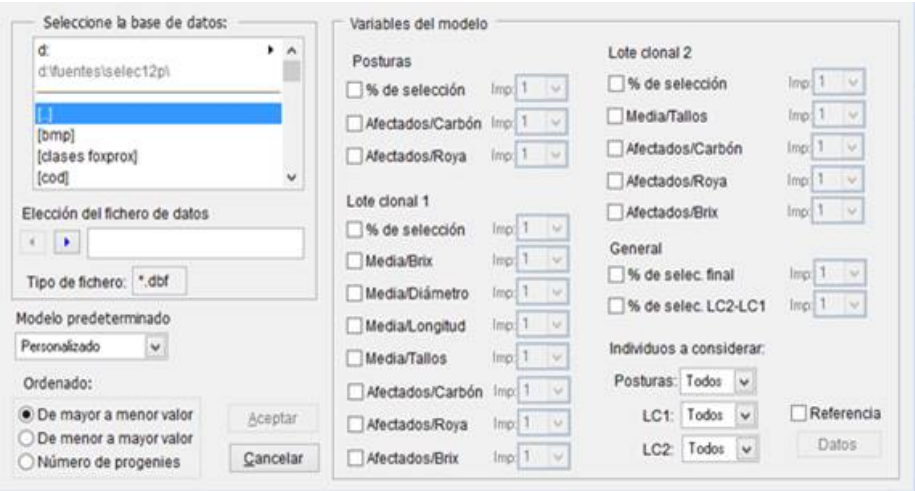


Figura 1. Variables y coeficiente de ponderación (Imp) del modelo para determinar valor del cruce

Al ejecutar el modelo matemático a la base de datos y dirigido a los resultados de selección, se obtuvo que los cinco primeros cruces con mayor valor alcanzado fueron: C229-84 x CP70-11333, CP70-1527 x C144-79, C86-503 x CP70-1527, C323-68 x C86-506 y C90-501 x B6368 (Tabla I). Estos cruces alcanzaron un valor superior al 40 %. El resto de los cruces no se muestran sus resultados. Los valores más bajos, obtenidos por cada variable considerada en el modelo, corresponden a la selección en la etapa de posturas y selección final.

En la propia tabla aparece el resultado con los valores más alto para los primeros cinco progenitores femenino y masculinos. Estos progenitores se destacaron fundamentalmente por su aporte de selección en los lotes clones 1 y 2, así como porcentaje de selección del lote clonal 1 respecto al 2. En el caso del progenitor masculino C86-502 es el que mayor número de progenies evaluadas presenta respecto a los tres primeros genotipos que presenta mayor valor.

Tabla I. Valor de los primeros seis cruces y progenitores femenino para un modelo basado en porcentaje de selección en todas las etapas evaluadas

Valor de los cruces por criterio Criterio de ordenación: De mayor a menor

		VALOR DEL CRUCE POR CRITERIO Y ETAPAS (%)																
		POSTURAS			LOTE CLONAL 1						LOTE CLONAL 2							
	INDIV.	Destino			Destino				Valor			Destino				Valor	RESUMEN		
No. Combinación	LC1	Sel.	Carb.	Roya	Sel.	Carb.	Roya	BBrix	Brix	Diam	Long. Tallos	Sel.	Carb.	Roya	BBrix	Tallos	Sel.1-2	Sel. F.	Total
1 C229-84 x CP70-1133	65	1			100							24					76	12	**52.0**
2 CP70-1527 x C144-79	227	46			21							25					22	77	**46.6**
3 C86-503 x CP70-1527	84	11			39							27					39	72	**45.7**
4 C323-68 x C86-503	41	2			43							32					80	20	**42.9**
5 C90-501 x B6368	68	1			29							80					48	11	**41.6**
Valor de los progenitores Femenino por criterio Criterio de ordenación: De mayor a menor																			
1 B80250	315	50			79							40					10	49	**55.6**
2 CP70-1133	255	18			54							35					42	77	**55.2**
3 Na63-90	50	2			100							30					61	15	**50.9**
4 C1616-75	134	2			37							65					80	5	**46.0**
5 CP45-105	96	7			74							21					48	34	**45.0**
Valor de los progenitores Masculinos por criterio Criterio de ordenación: De mayor a menor																			
1 C87-506	69	15			41							46					80	100	**68.7**
2 CP70-1527	104	13			51							27					53	57	**48.9**
3 My5724	81	4			70							25					68	20	**45.5**
4 C86-502	307	3			58							35					72	18	**45.2**
5 CP52-43	498	27			42							15					22	50	**38.1**

El modelo matemático propuesto permitió determinar, de forma multivariada, el valor de los progenitores y cruces utilizados en el programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba y constituye una herramienta valiosa para contribuir, a partir de la información histórica disponible, al perfeccionamiento del programa de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atkin, F.; Dieters, M.; Stringer, J. 2009. Impact of depth of pedigree and inclusion of historical data on the estimation of additive variance and breeding values in a sugarcane breeding program. Theor Appl Genet 119:555–565.
2. Jorge, H.; González, R.; Casas, M. y Jorge, I. 2011. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 308 p.

VARIACIONES OCASIONADAS EN LA COMPACTACIÓN DEL SUELO Y EL PERFIL DEL CANTERO POR LA COSECHADORA CASE IH AUSTOFT 8800

VARIATIONS CAUSED IN THE SOILCOMPACTION AND THE BANK PROFILEBY CASE IH AUSTOFT 8800 HARVESTER

Martínez, R[1], González, O[2], Betancourt, Y[1], Rodríguez, M[2], Placeres, Y[2], Vidal, L[1] y Guillén, S[1]

[1]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, Km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.
[2]Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní, km 5 1/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
*rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo se trazó como objetivo evaluar las variaciones ocasionadas por la cosechadora de caña de azúcar CASE IH Austoft 8800 en la compactación del suelo y el perfil del cantero. El mismo se desarrolló durante la zafra 2014-15 en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Carlos Perera, del central Héctor Rodríguez, situado en la costa norte de Villa Clara, Cuba; en plantaciones de caña de azúcar de secano, en suelo Pardo sialítico (Cambisol) con alta humedad. Se evaluaron la compactación del suelo y el perfil del cantero antes y después del pase de la cosechadora. Los datos obtenidos se procesaron empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1. Los resultados mostraron que previo a la cosecha la compactación del suelo se incrementó con la profundidad. Posterior a esta los mayores valores se encontraron en la zona del centro del camellón (Cc), en los estratos de 0-10 y 10-20 cm de profundidad; con incrementos de la densidad aparente del 8,9 y 4,3%, por ese orden, respecto a los valores iniciales. Se provocó poca deformación en el perfil del cantero.
Palabras clave: cosecha, caña de azúcar, alta humedad del suelo.

ABSTRACT

This paper purpose is to show the results of the evaluation variation in soil compaction and the bank profile due to the field traffic of the Case IH Austoft 8800 sugarcane harvester in a sugarcane field during the harvest, 2014-2015 crop at the Basic Production Cooperative Unit (UBPC) Carlos Perera, at the sugar factory Hector Rodriguez, placed at Las Villas north coast; in sugar cane plantation dry region, Pardo sialítico soils, high humidity. The soil compaction and the bank profile were evaluated before and after the harvester pass. The obtained data were processed using the statistical package STATGRAPHICS Plus 5.1.The results showed that before harvest the soil compaction it had increments with the depth. After harvest the largest values were found in the center of the inter row space, in the 0-10 & 10-20 deep level, with apparent density increase 8.9 % and 4.3% in that order, respectively to the initial values.. It was observed little deformation in the bank profile.
Keyword: harvest, sugarcane, soil high humidity.

INTRODUCCIÓN

Cuando la humedad del suelo y la cantidad de pases de los equipos aumentan, la compactación es mayor; sin embargo, hasta cierto punto, los suelos secos son menos susceptibles a la compactación que los húmedos y en la medida en que aumenta el contenido de arcilla mayor es el índice de compresibilidad del suelo (1).

En Cuba el 24% de la superficie agrícola presenta afectaciones por compactación y citan como una de sus causas en los suelos cañeros la mecanización total, mediante el uso de equipos pesados, de las operaciones de cosecha y transporte, sobre todo cuando se realizan en condiciones de alta humedad (2).
En los lugares donde la caña se cosecha en períodos húmedos, los vagones con orugas podrían ser una opción para reducir los daños al campo por compactación y deformación de la superficie del suelo (3). Las soluciones técnicas que garantizan el trabajo en estas condiciones se dirigen hacia el uso de puentes múltiples, neumáticos de alta flotación, neumáticos dispuestos en pareja, semiesteras y esteras (4).
Se debe señalar que el sistema de rodaje de los medios de cosecha y transporte usados durante años presenta características inadecuadas que dan lugar a afectaciones como la compactación, sobre todo en condiciones de cierta humedad, en la que, a partir de cierto nivel, no son capaces de traficar. Esta es la razón por la cual se ha estado trabajando en la búsqueda e introducción de equipos de cosecha de orugas o esteras y de medios de transporte intermedio con sistemas de rodaje de alta flotación (5).
Tomando en cuenta lo antes expuesto, el presente trabajo se trazó como objetivo evaluar las variaciones ocasionadas por la cosechadora de caña de azúcar CASE IH Austoft 8800 en la compactación del suelo y el perfil del cantero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante la zafra 2014-2015 en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Carlos Perera, del central Héctor Rodríguez, situado en el macizo cañero de la costa norte de Villa Clara, en el centro de Cuba; en plantaciones de caña de azúcar de secano, sobre canteros, en cepa de primavera quedada y suelo Pardo sialítico (6), con alta humedad (60,8% bss).
Se evaluaron las variaciones de la compactación del suelo y el perfil del cantero, en cinco puntos dispuestos en el campo en forma de sobre cerrado. La compactación del suelo se diagnosticó mediante la densidad aparente y la resistencia del suelo a la penetración, con tres repeticiones en cada punto de muestreo, antes (AC) e inmediatamente después del pase de la cosechadora (DC), hasta la profundidad de 30 cm, en capas o estratos de 10 cm, en dos sitios: centro del surco (Cs) y centro del camellón (Cc). La densidad aparente se determinó por el método de los cilindros y la resistencia con el empleo del penetrómetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf (7, 8), respectivamente.
La variación del perfil del cantero se determinó con el empleo de un nivel de burbuja y un perfilómetro con divisiones en el plano horizontal cada 5 cm y apreciación en la medición en el plano vertical de 1 mm. Las evaluaciones se realizaron en un ancho de 1,60 m antes y después de la cosecha.
Los datos obtenidos en las evaluaciones de la resistencia a la penetración y la densidad aparente se procesaron empleando el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1. Se utilizó la prueba t-Students para muestras independientes como criterio para estimar las diferencias entre las medias muestrales, a un 95 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resistencia del suelo a la penetración, medida antes de la cosecha, fue de un golpe/dm a 10 cm de profundidad, incrementándose hasta dos y tres golpes/dm a la de 30 cm, en las zonas correspondientes al Cs y del Cc, respectivamente (Figura 1); los resultados alcanzados reportaron incrementos de la resistencia del suelo a la penetración con la profundidad (9). Las mayores magnitudes, en todas las capas, se mostraron en la zona correspondiente al centro del camellón, comportamiento que era de esperar dado a que es la zona de tráfico de los neumáticos de los tractores y la cosechadora (10).
Después de la cosecha se produjo un incremento de la resistencia del suelo a la penetración, como consecuencia del aumento ocasionado en la zona del camellón por el pase de la cosechadora; con valores de dos golpes/dm en las profundidades de 10 y 20 cm y de tres golpes/dm en la profundidad de 30 cm, lo que representó un incremento promedio de 12,5% en el perfil estudiado (Figura 1). Incrementos de la resistencia del suelo posterior a la cosecha mecanizada han sido reportados anteriormente (9).

La densidad aparente, previo a la cosecha, mostró un comportamiento similar a la variable anterior, al revelar incrementos con la profundidad (Figura 2), con valores de 0,89; 0,92 y 0,95 g/cm^3 a los 10, 20 y 30 cm de profundidad, respectivamente. Como característica de estos suelos, el valor promedio del perfil estudiado fue de 0,92 g/cm^3 (11). Posterior a la cosecha (Figura 2) los mayores valores se encontraron en la zona del Cc, en los estratos de 0-10 y 10-20 cm de profundidad, con tenores de 0,98 y 0,97 g/cm^3 respectivamente; los que representan un incremento del 8,9 y 4,3%, por ese orden, respecto a los valores iniciales.

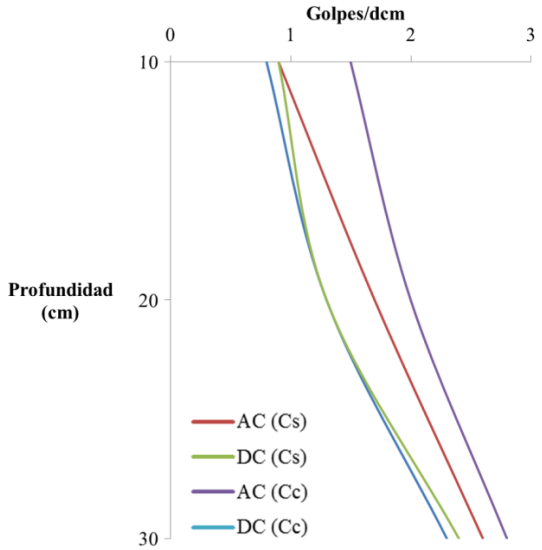


Figura 1. Comportamiento de la resistencia a la penetración.

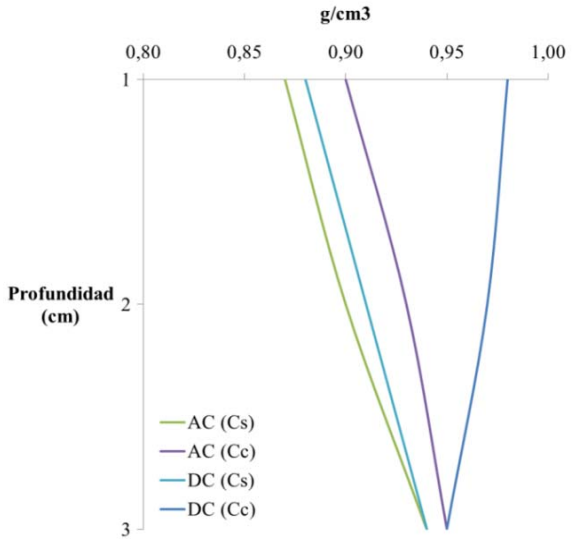


Figura 2. Comportamiento de la densidad aparente.

Las evaluaciones mostraron poca deformación del perfil del cantero; solamente un pequeño hundimiento, menor de 5 cm, se manifestó posterior a la cosecha en la zona correspondiente al camellón (Figura 3), como consecuencia del tráfico de la cosechadora. En cuanto a que el uso de vehículos montados en orugas parece ser la mejor opción para reducir los daños al campo por compactación y deformación de la superficie del suelo en los lugares donde la caña se cosecha en períodos húmedos (3, 4).

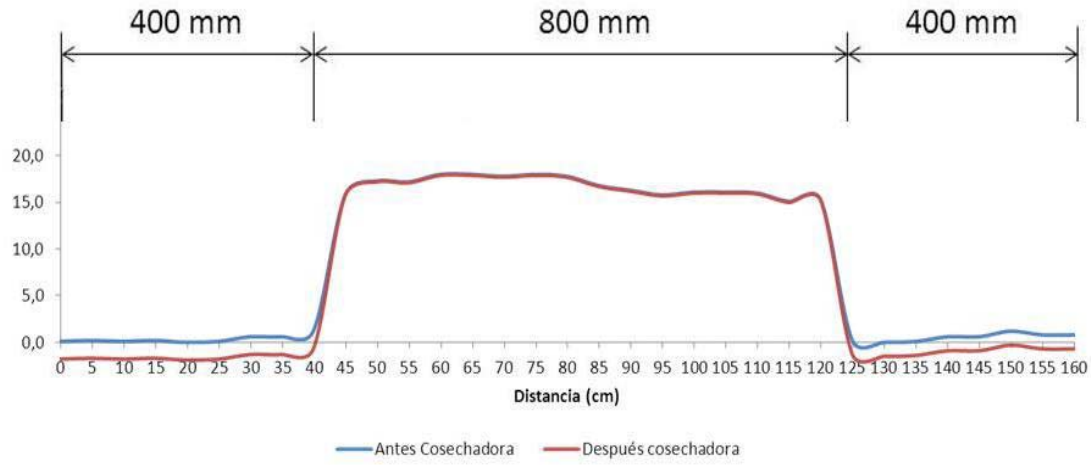


Figura 3. Variaciones en el perfil del suelo al pase de la cosechadora.

CONCLUSIONES

1. El tráfico de la cosechadora CASE IH Austoft 8800 en suelo Pardo sialítico con alta humedad produjo variaciones de escasa magnitud en la compactación del suelo, se reportaron los mayores valores en la zona correspondiente al centro del camellón, en los estratos de 0-10 y 10-20 cm de profundidad.

2. La cosechadora CASE IH Austoft 8800 en suelo Pardo sialítico con alta humedad ocasionó poca deformación del perfil del cantero; la que se manifestó en forma de un pequeño hundimiento, menor de 5 cm, en la zona correspondiente al camellón.

REFERENCIAS

1. González, O., C.E. Iglesias, M. Herrera:"Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2009. 18(2): 57-63. ISSN: 1010-2760.
2. Rodríguez, I., H. I. Pérez, F.J. Arcia y Ledya Benítez: "Manejo y conservación de suelos" en Pérez, H. I., Santana, I. y Rodríguez, I. *Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar*, pp. 41-56. Grupo Azucarero AZCUBA, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2013. ISBN: 978-959-300-051-2.
3. Torres, Jorge S. *Manejo de la compactación del suelo en caña de azúcar. Disponible en: http://www.cenicana.org/pdf/otros/foro_cosecha_transporte_2006/12_compactacion_suelos_may10-2006.pdf [Consulta enero 7 2015]*.
4. Soler, H., Y. Betancourt y H. Pérez. "Estimados, programación de corte y cosecha", en Pérez, H. I., Santana, I. y Rodríguez, I. *Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar*, pp. 249-264. Grupo Azucarero AZCUBA, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2013.ISBN: 978-959-300-051-2.
5. Rodríguez, M., González, O.: "Estudio de la capacidad de paso de diferentes cosechadoras cañeras en suelos cubanos con mal drenaje y condiciones de alta humedad". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 1998. 7(3), 21-26.ISSN: 1010-2760.
6. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. AGRINFOR. 1999.
7. Benítez, Ledya: Metodología para el estudio de las propiedades físicas, hidrofísicas y físico-mecánicas del suelo. Dpto. de Suelos y Agroquímica, INICA. 1989.
8. Stolf, R., J. Fernández y V. L. Furlani-Neto: "Recomendação para uso do penetrómetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf". STAB-açúcar, álcool e subprodutos. 1(3). EdiçãoJau.-Fev. 1983.
9. Martínez, R. *Estudio de la compactación mecánica y la cobertura de residuos de cosecha como elementos de manejo agrícola en cepas de retoños de caña de azúcar en un Vertisol pélico gleyzoso*, 90 pp. Tesis (en opción al título de Máster en Producción Vegetal, Universidad de Granma, 1999.
10. González, O., C.E. Iglesias, M. Herrera, E. López, A. Sánchez:"Efecto de la humedad y la presión sobre el suelo en la porosidad total de un Rhodic Ferralsol". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2008. 17(2): 50-54.ISSN: 1010-2760.
11. García, I., Maritza Sánchez; M. L. Vidal; Y. Betancourt y J. Rosa: "Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2010. 19(2): 15-19.ISSN: 1010-2760.

ACTUALIZACIÓN DEL AGRUPAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE SUELOS PLANTADOS CON CAÑA DE AZÚCAR
AN UPDATE OF SOILS GROUPS CROPPED WITH SUGAR CANE

Autor (es): Viñas, Yudith*, Benítez, L, Machado, I, Bouzo, L, Arcia, J, Marín, R, Barreto, B

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)
*e-mail-yudith@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Con el objetivo de actualizar el Agrupamiento Agroproductivo de suelos en áreas cañeras de la Unidad Empresarial de Base 30 de noviembre en la provincia de Artemisa, se utilizó la base de datos resultante del trabajo Potencial Agroproductivo de los suelos, la cual tuvo en cuenta la actualización de la Evaluación de las Tierras realizada por el INICA en el 2001, ajustada a la cartografía actual de la empresa y los factores limitantes. La información edafológica empleada fue el Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000 con los perfiles asociados al mismo. Para manejar la base cartográfica se utilizó un Sistema de Información Geográfica (Mapinfo 8.0) donde se interpoló para obtener mayor variabilidad en los datos. La información fue procesada con el paquete Statistica 8.0, se realizaron análisis de normalidad y discriminante, a partir de árboles de decisiones se discriminaron los agrupamientos y se corrobora el agrupamiento existente.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, agrupamiento agroproductivo, sistema de información geográfica

ABSTRACT

Regarding the soils groups of sugarcane fields in the “30 de Noviembre” sugar estate, Artemisa province, an update of this grouping is presented in this work. The database used resulted from the agroproductive potential work of soils, considering the land evaluation updated carried out by INICA, adjusted to the company´s current cartography and the limited factors. Soils information was taken from the National Soils Map scale 1:25000 with their associated profiles. To manage the cartographic base, the Mapinfo 8.0 Geographic Information System was utilized and the data interpolated to obtain greater variability in the data. The information obtained was processed with the Statistica 8.0 package. Analyzes of normality and discriminant were performed from decision trees. The existing grouping was corroborated.
KEY WORDS: sugar cane, soil groups, geographic information system

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar en Cuba se encuentra plantada en una diversidad considerable de suelos que abarca los 10 agrupamientos agroproductivos (1), donde se asocian los suelos según sus propiedades físico-químicas, procesos de formación principal y factores limitantes, lo que posibilita manejar un número menor de variables edafológicas. Fue objetivo del trabajo la actualización del Agrupamiento Agroproductivo de suelo que se utiliza para el manejo de las áreas cañeras de la Unidad Empresarial de Base (UEB) 30 de Noviembre, en la provincia de Artemisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la base de datos resultante del trabajo realizado sobre Potencial Agroproductivo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en la UEB (2), que tuvo en cuenta la evaluación de tierras ejecutada por el INICA en el año 2001, ajustada a la cartografía actual de la empresa y los factores limitantes por tipo de suelo y la información edafológica empleada fue el mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000 con los perfiles asociados al mismo. Se consideró la evaluación de los perfiles correspondientes a la red

experimental del INICA y la producción de la UEB relacionadas con las características de suelo, lo cual permitió conocer la influencia de los factores edáficos vinculados con el rendimiento agrícola, cuyos rendimientos medios utilizados fueron tomados de la información resultante de los últimos 10 años obtenidos en el trabajo de los rendimientos mínimos potenciales mencionados anteriormente. Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (Mapinfo 8.0), el catastro cañero y el mapa de suelo de la UEB. La información fue procesada estadísticamente con el paquete STATISTICA 8.0. Para ello se realizó análisis de normalidad y discriminante a partir de árboles de decisiones (BoostedTree) y se discriminaron los agrupamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para lograr un mejor uso de la información e interpretación de las características de los suelos y su manejo, la agricultura cañera emplea el Agrupamiento Agroproductivo. Este trabajo permitió corroborar el agrupamiento existente en la UEB, que comprende siete Grupos; los resultados estadísticos arrojan que agrupan bien por el tipo de suelo y esta variable al igual que los rendimientos por cepa son las de mayor influencia en el mismo. Los grupos observados y estimados coinciden en más de 90 % en el análisis sin incluir los rendimientos por cepa y cuando se incluyen (tabla I). Resultados similares se obtuvieron cuando se analizaron otras variables como lluvia, profundidad y textura.

Tabla I. Respuesta en el agrupamiento cuando se incluyen los rendimientos por cepas

Grupo Asignado	n*	Grupo Estimado						
		1*	3*	4*	5*	7*	9*	10*
1	116	**93,97%**	0,29%	0%	0%	0%	0%	0%
3	346	4,31%	**92,49%**	2,27%	0%	0%	0,55%	0,73%
4	44	1,72%	0,58%	**90,91%**	0%	0%	0%	0%
5	67	0%	0%	0%	**100%**	0%	0%	0%
7	56	0%	0%	0%	0%	**98,91%**	0%	0,44%
9	650	0%	2.02%	4,82%	0%	0%	**98,91%**	1,89%
10	588	0%	4,62%	0%	0%	1,72%	0,55%	**96,95%**
Total	**1867**	**116**	**346**	**44**	**67**	**56**	**650**	**588**

n*: número de muestra. 1*: Ferralitizados Cálcicos. 3*: Ferralitizados Cuarcíticos. 4*: Fersialitizados Cálcicos. 5*: Sialitizados Cálcicos. 7*: Vertisuelos. 9*: Gleyzados Ferralitizados. 10*: Aluviales.

En las circunstancias actuales, bajo el monocultivo de caña de azúcar, estos agrupamientos se distribuyen en toda el área cañera de la UEB (figura 1) y ocupan la mayor extensión los Gleyzados Ferralitizados y Aluviales. Se describen y relacionan las principales características de los mismos, así como rendimientos mínimos potenciales por cepa citados anteriormente.

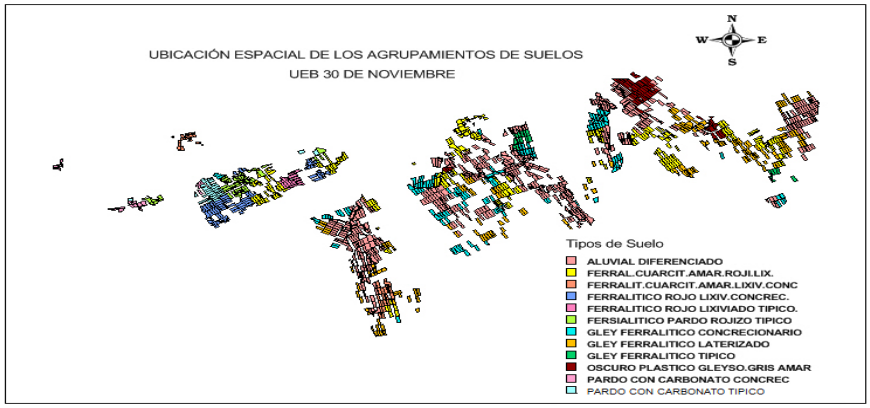


Figura 1. Tipos de suelos en la UEB 30 de Noviembre

Gleyzados Ferralitizados: Conformado por: Suelos Gley Ferralíticos, según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG, Agrupamiento Hidromórfico (3) y con el Tipo Hidromórfico Antrópico (4). Características distintivas: Coloración pardo oscura a pardo grisáceo o gris con manchas amarillentas para dar paso a un gris amarillento y rojizo, textura arcillosa, estructura de bloques pequeños, cúbica grande (en el horizonte gley masiva), con frecuencia baja fertilidad, se ubican en partes bajas y limítrofes con las costas, generalmente poco profundos, suelos de reacción ácida, materia orgánica con valores de 3 -3,5%, con un descenso brusco al aparecer la capa u horizonte gley, drenaje interno y externo malo, varía en dependencia del lugar, la Capacidad de Cambio de Base (CCB) oscila entre 20-30 cmol(+)/ kg, principales factores edáficos limitativos son la hidromorfía, riesgo de salinización y en ocasiones baja fertilidad, deficiencia de calcio y poca profundidad efectiva. Representan el 41,9% del área cultivada con caña de azúcar en la UEB.

Aluviales: Conformado por: Suelos Aluviales, según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG, Agrupamiento Fluvisol (3) y con el Orden Entisoles (4). Características distintivas: Coloración desde pardo oscuro a pardo grisáceo en superficie, textura arcillosa, alta fertilidad, propiedades físicas, químicas y biológicas óptimas, ubicados en topografía llana, generalmente profundos, con contenidos de materia orgánica relativamente altos entre 3-4%, buen drenaje interno y superficial, con disminución variable en profundidad, saturación por base superior al 70%, el catión Ca con predominio en el complejo de intercambio, lo limitan para el cultivo de la caña, en ocasiones por la posición que ocupan la exposición a inundaciones y la gleyzación por drenaje deficiente. Representan el 32,6 % del área cultivada con caña de azúcar en la UEB.

Ferralitizados Cuarcíticos: Conformado por: Suelos Ferralítico Cuarcítico y Gley amarillento cuarcítico según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG y se corresponde con el Agrupamiento Ferralítico (3) y con el Orden Alfisol o Ustisol (4). Características distintivas: Coloración en superficie pardo grisáceos a gris y amarillo rojizo en profundidad, según condición de drenaje interno, textura ligera en la superficie y arcillosos a mayor profundidad, baja fertilidad, poco profundos, suelos de reacción ácida, materia orgánica entre 2 y 3%, bases cambiables no exceden 4 a 6 cmol(+)/ kg, elevado concrecionamiento frecuente en el límite de la capa superficial con la subyacente, asociado a fragmentos de lateritas, en ocasiones corazas, los principales factores limitativos son hidromorfía, severo déficit de humedad y baja fertilidad en general. Representan el 13,2 % del área cultivada con caña de azúcar en la UEB.

Ferralitizados Cálcicos: Conformado por: Suelos Ferralítico Rojo y Ferralítico Amarillento según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG, se corresponde con el Agrupamiento Ferralítico (3) y con los Órdenes Oxisol o Inceptisol (4), en dependencia del valor de la CIC. Características distintivas: Color rojo o amarillento en función de la condición de drenaje, textura arcillosa, buena estructura, baja fertilidad, topografía predominantemente llana, profundos, suelos con reacción cercana a la neutralidad en los subtipos rojos y compactados, los amarillentos ligeramente ácidos, materia orgánica entre 2 y 4 %, CCB entre 10 y 20 cmol(+)/ kg, entre sus factores limitativos se encuentra la tendencia a fuerte compactación en estado seco, baja retención de humedad en época de sequía, concrecionamiento y pedregosidad. Representan el 4,0% del área cultivada con caña de azúcar.

Vertisuelos: Conformado por Suelos Oscuros plásticos gleysosos y Oscuros plásticos no gleyzados, según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG, que se correlaciona con el Agrupamiento Vertisol (3) y con el Orden Vertisol (4). Características distintivas: Coloración casi negra, gris amarillento, textura arcillosa, estructura de bloques prismáticos y caras de deslizamiento, alta fertilidad, topografía llana, generalmente baja, reacción del suelo muestra valores de pH desde 7,0 hasta más de 8, en la parte superficial del perfil, presencia de relieve gilgai, índice de diagnóstico para estos suelos, aparecen grietas en los primeros 50 cm de profundidad, materia orgánica 3%, disminuye a través del perfil, drenaje muy deficiente, CCB es alta, superior a 40 cmol(+)/ kg, proporción de bases muy variable, se contraen en seco y se compactan, desfavorables propiedades físicas, disminuyen su capacidad productiva e incrementan costos en control de los problemas de drenaje, hidromorfía y riesgos de salinización. Representan el 2,4 % del área cultivada con caña.

Sialitizados Cálcicos: Conformado por: Suelos Pardos con Carbonatos y Húmicos Carbonáticos según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG, Agrupamiento Pardo Sialítico (3) y Orden Inceptisol (4). Características distintivas: Coloración pardo, textura limo-arcillosa, estructura granular, topografía ondulada a ligeramente alomada, de medio a poco profundos, con pH neutro, materia orgánica 3 % en el primer horizonte, drenaje superficial e interno bueno, salvo aquellos que marcan transición hacia los Vertisuelos, alta CCB en el entorno

de 40 cmol (+)/ kg para el horizonte húmico acumulativo, sus principales factores edáficos limitativos son la erosión, la poca profundidad efectiva e hidromorfía en zonas más bajas. Representan el 2,3 % del área cultivada con caña de azúcar en la UEB.

Fersialitizados Cálcicos: Conformado por: Suelos Fersialíticos según Mapa de suelo 1:25000 del MINAG y Orden Inceptisol (4). Características distintivas: Coloración rojo a pardo-rojizo, textura arcilla franca o ligera, baja fertilidad, de poco a mediana profundidad, reacción neutra a ligeramente alcalina, materia orgánica 2-4%, generalmente buen drenaje, bases de cambio varían entre 25-40 cmol (+)/ kg, limitan estos suelos la presencia frecuente de alta pedregosidad, con afloramientos rocosos, poca profundidad efectiva y procesos erosivos. Representan el 2,0% del área cultivada con caña en la UEB.

Los Rendimientos mínimos potenciales obtenidos en condiciones de producción, por tipo de suelo y cepa (t caña.ha^{-1}) se muestran en la tabla II.

Tabla II. Rendimientos Mínimos Potenciales por suelo y cepa de la UEB

Agrupamiento Agroproductivo	Rendimientos Mínimos Potenciales (t/ha)						
	PrimQ	Primavera	Fríos	Socas	Retoño	RetQued	Media
Gleyzados Ferralitizados	83,91	57,43	70,09	59,15	43,74	66,74	63,53
Aluviales	94,91	64,10	85,25	66,05	53,02	79,25	73,75
Ferralitizados Cuarcíticos	86,14	60,05	71,31	61,85	44,38	70,24	65,65
Ferralitizados Cálcicos	83,50	58,59	66,26	60,39	47,27	68,68	64,13
Vertisuelos	87,17	59,43	88,40	61,24	49,85	68,96	69,19
Sialitizados Cálcicos	93,50	66,90	73,70	69,00	52,00	80,20	72,60
Fersialitizados Cálcicos	88,25	59,06	73,24	60,86	47,11	70,81	66,56

Fuente: INICA, 2013. Potencial Agroproductivo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en la UEB

En los suelos Aluviales y Pardos con Carbonatos se obtuvieron los valores más altos del rendimiento mínimo potencial en correspondencia con su fertilidad y la mayor aptitud de estos para el cultivo de la caña. Resultan los Gley Ferralíticos los de menor potencialidad agroproductiva asociado al drenaje superficial e interno deficiente. Su evolución pedológica y características están dominadas por un exceso de agua por estancamiento temporal o permanente de una parte o la totalidad del perfil, presencia frecuente de gravas con abundantes concreciones ferruginosas de espesor variable y su baja capacidad de intercambio catiónico.

CONCLUSIONES

-La actualización se corresponde con el Agrupamiento Agroproductivo de suelos establecido en la UEB 30 de Noviembre.

-Los valores más altos de rendimiento mínimo potencial corresponden a los suelos Aluviales y Pardos con Carbonatos, debido a su alta fertilidad y aptitud para el cultivo de la caña.

-Los problemas de drenaje interno y externo deficiente de los suelos Gley Ferralíticos le atribuyen menor potencialidad agroproductiva para el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.

BIBLIOGRAFÍA

1-Ascanio, O. y F. Sulroca. Nuevo Agrupamiento Agroproductivo de los suelos cañeros de Cuba. En archivos Dpto. Suelo y Agroquímica, INICA, MINAZ, 1986.

2-INICA. Potencial agroproductivo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Informe final de proyecto, 2013. 26 pp.

3-Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero. L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1999. 64 pp. ISBN: 959-246-022-1.

4. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy (5thedn). SMSS Technical. Monograph N° 19. Pacohontas Press, Blacksburg, 1992.

APLICACION DE FÓSFORO PARA VARIOS AÑOS EN CAMPOS CULTIVADOS CON CAÑA DE AZÚCAR
PHOSPHORUS APPLICATION FOR SEVERAL YEARS IN SUGARCANE CROP

Autores: De León*, M. y Villegas, R.
Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera Martínez Prieto km 2 ½, Boyeros, C. Habana, Cuba CP 19390. Telef: 00537-262-4436. *e-mail: mleon@inica.azcuba.cu.

RESUMEN

Desde hace 40 años la caña de azúcar en Cuba se fertiliza con máquinas fertilizadoras y desde 1997 al nivel de campo cañero. Para ello se utilizan portadores individuales, aplicados según las recomendaciones del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas. Cuando en un mismo campo cañero se necesitan simultáneamente N, P y K la aplicación mecanizada extrema su complejidad, requiriendo máquinas de complicado diseño. Una solución consiste en la aplicación de un nutriente durante la plantación para todo un ciclo de cosechas. El P posee características de las que se infiere su posibilidad de uso en aplicaciones de fondo para varios años. Este trabajo muestra que, con la aplicación de P en altas dosis para todo un ciclo, con y sin complementos anuales moderados, es posible crear reservas del nutriente en el suelo con efecto posterior sobre la disponibilidad del mismo para las plantas.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, fósforo, «residualidad».

ABSTRACT

The greatest difficulty in the fertilizers use in sugarcane in Cuba is in its application. For more than 40 years it has been fertilized with machines and since 1997, applied according to the recommendations of Fertilizers and Amendments Service. When in the same sugarcane field are required N, P and K simultaneously, mechanized application is extremely complex, requiring of complicated design machines. One solution is about the nutrient application during planting for an entire crops cycle. The P has features that possible to use for several years. This work states that with the application of high P doses for an entire cycle, with and without moderate annual supplements, it is possible to create soil nutrient reserves with a later effect on its availability for the plants.
KEY WORDS: Sugarcane, phosphorus, residual.

INTRODUCCIÓN

La mayor dificultad en el uso de fertilizantes en caña de azúcar en Cuba radica en la aplicación. La caña de azúcar en Cuba se fertiliza con máquinas a nivel de campo cañero, según el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) y para ello se utilizan portadores individuales, aplicados según la proporción requerida por cada campo. Cuando en un mismo campo se necesita simultáneamente N, P y K, caso presente en 83 500 campos cañeros (37% de las 675 mil ha de caña actuales), la aplicación mecanizada extrema su complejidad, pues requiere máquinas de complicado diseño y de gran masa. Una solución consiste en la aplicación de uno de los tres nutriente durante la plantación para todo un ciclo de cosechas. El P posee características de las que se infiere su posible uso en aplicaciones de fondo para varios años. Sus pérdidas son reducidas, se pierde poco por lavado (dada su escasa movilidad en el suelo), no presenta pérdidas gaseosas (a diferencia con el N) y las exportaciones del mismo con la cosecha son menores que las de N y K. Por otra parte la fijación de este nutriente en el suelo (vía de pérdida para las plantas) no es un proceso irreversible. La aplicación de P para varios años puede contribuir a la solución de problemas técnicos y reducir costos de la fertilización. El P se encuentra en la caña de azúcar en dos formas fundamentales: fosfatos solubles en el jugo y fosfatos insolubles constituyentes de la proteína celular. Sólo los primeros intervienen en la defecación (reaccionan con el óxido de calcio, y producen un precipitado de

fosfato tricálcico que acarrea parte de los coloides, material colorante y otras «impurezas» del jugo). A mayor cantidad de P en el jugo, más fácil es su clarificación. Cuando el contenido de P es bajo, éste puede mejorase, incorporando artificialmente determinada cantidad de ácido fosfórico antes de la defecación, dependiente de las características genéticas de las variedades utilizadas y de otras circunstancias. Hugot refiere una necesidad mínima de 300 mg de ácido fosfórico por litro de jugo e indica que cuando este nivel no se alcanza debe agregarse la diferencia (1). Este trabajo muestra los efectos de la fertilización fosfórica en aplicaciones de altas dosis de fondo para todo un ciclo, con y sin complementos anuales moderados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de la provincia Ciego de Ávila, correspondiente al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), sobre un suelo Ferralítico Rojo típico, de reacción "Ligeramente ácida" (pH en KCl 5.6), "Medio" en fósforo asimilable (2.28 mg de P_2O_5/100 g de suelo en extracción con H_2SO_4 0.1 N), en el que había sido frecuente la respuesta de la caña ante la fertilización fosfórica. El estudio contó con 10 tratamientos consistentes en altas dosis de fósforo: 250, 500, 750 y 1000 kg de P_2O_5/ha, aplicadas sólo al inicio del ciclo, con y sin complementos anuales de 50 kg de P_2O_5/ha, un tratamiento anual de 50 kg de P_2O_5/ha, y un testigo sin fósforo. Todos los tratamientos contaron con un fondo de nitrógeno y potasio (100 kg de N/ha y 120 kg de K_2O/ha) que aseguró que estos nutrientes no fueran limitativos. Al inicio y final del ciclo de cosechas se tomaron muestras en todas las parcelas experimentales. Los análisis químicos realizados a las muestras fueron: pH en KCl, por potenciometría, utilizando una relación suelo: solución 1:2,5; fósforo y potasio asimilables, en extracción con H_2SO_4 0.1N, determinando el fósforo por colorimetría y el potasio por fotometría de llama y materia orgánica por el método de Walkley y Black. A los jugos provenientes de muestras de cinco tallos por parcelas se les determinó el fósforo (2). Antes de proceder al análisis de varianza se realizó la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk's. Los niveles de significación asumidos en los análisis de varianza realizados fueron $p<0.01$ y $p< 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de las aplicaciones de fondo sobre el rendimiento agrícola

El estudio comprendió 10 cosechas, con respuestas significativas en 7 y tendencias similares en las 3 restantes. Todas mostraron que los tratamientos con suplemento anual de 50 t de P_2O_5/ha no superaban significativamente el rendimiento alcanzado con las aplicaciones de fondo para el ciclo, así como que el efecto de estas últimas (en rendimiento agrícola) fue estable para cualquiera de los niveles (Cuadro I).

De los tratamientos seleccionados para la comparación, el de 250 kg de P_2O_5/ha en plantación más 50 anuales, mostró mejor acumulado de incremento de rendimiento agrícola, seguido por el de 250 kg de P_2O_5/ha sólo en plantación, los que superaron al de 50 anuales, desde la cosecha de planta, haciéndose más intensas las diferencias en la medida en que avanzó el número de cortes (Figura 1). Los efectos alcanzados por las restantes dosis altas (tal como aparecieron) fueron aún más evidentes.

Como no hubo diferencias entre las dosis altas aplicadas para todo el ciclo (salvo en la décima y última cosecha, un noveno retoño que ya mostraba declinación), se asumió como suficiente la dosis menor de 250 kg/ha de P_2O_5, y se estimaron para las condiciones de esa dosis residual, con y sin aportes anuales suplementarios de 50 kg/ha, y la dosis anual de 50 kg/ha, los aportes acumulados de P necesarios para alcanzar los correspondientes incrementos acumulados del rendimiento agrícola. En este nuevo análisis el tratamiento residual de 250 kg/ha sólo en plantación, fue el que mostró mayor eficiencia, a partir del tercer retoño, con el mayor incremento del rendimiento agrícola alcanzado por unidad acumulada de fertilizante fosfórico aplicado (Figura 2).

Efecto de las aplicaciones residuales sobre el suelo

En atención al efecto de los tratamientos estudiados sobre el contenido de P asimilable en el suelo, se observó, que el suelo de los tratamientos que recibieron el P sólo en plantación, tenían, al término de diez años de estudio, un contenido menor de P asimilable, correspondiente incluso a una categoría inferior. El contenido

de P en el suelo en los tratamientos que recibieron las dosis sólo en plantación (a pesar de ser dosis altas para este nutrimento en relación con su uso en el cultivo de la caña de azúcar) fue comparable al del testigo sin P y al que recibió aplicaciones anuales de 50 kg de P_2O_5/ha (Figura 3). Por otra parte no se observó efecto significativo sobre la reacción del suelo (pH), los contenidos de K, ni los de materia orgánica.

Cuadro I. Respuesta de la caña de azúcar ante aplicaciones anuales y residuales de fósforo.

Tratamientos		Cepas									
		Planta	Ret. 1	Ret. 2	Ret. 3	Ret. 4	Ret. 5	Ret. 6	Ret. 7	Ret. 8	Ret. 9
P_2O_5 kg/ha		Caña t/ha									
Testigo sin P		112.50 c	112.65	59.51 b	81.21	90.50 c	104.34 b	57.14 b	61.64	72.41 b	52.37 b
Sólo en plantación	250	142.07 b	133.04	84.02 a	95.86	113.65 ab	136.87 a	63.25 a	74.03	81.98 ab	52.97 b
	500	152.40 ab	126.32	90.75 a	91.91	117.55 ab	149.82 a	69.64 a	75.17	69.47 b	69.82 ab
	750	155.30 ab	136.98	90.11 a	93.01	123.78 a	150.30 a	70.50 a	77.31	72.55 b	78.77 a
	1000	155.26 ab	128.93	92.14 a	95.00	124.48 a	149.38 a	63.82 a	74.74	80.14 ab	46.39 b
En plantación + 50 anuales	250	145.26 b	134.03	85.82 a	92.93	122.26 ab	152.98 a	66.82 a	76.77	90.73 a	59.12 ab
	500	157.3 ab	139.81	85.09 a	94.64	121.30 ab	146.75 a	69.98 a	76.50	80.32 ab	51.92 b
	750	155.41 ab	122.29	91.87 a	95.13	120.08 ab	144.14 a	69.56 a	75.79	64.45 ab	56.24 b
	1000	165.64 a	136.44	93.49 a	92.11	123.77 a	152.69 a	71.59 a	76.55	93.45 a	76.89 a
50 anuales		125.44 c	134.65	81.21 a	91.76	108.67 a	132.40 a	63.63 a	69.42	79.26 ab	69.42 ab
F		8.42 **	2.05^{NS}	5.71 **	1.68^{NS}	5.27 **	5.76 **	3.09 **	1.86^{NS}	2.39 *	3.06 **

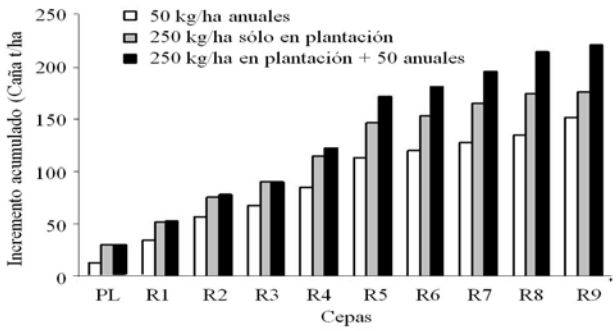


Figura 1. Incremento acumulado del rendimiento agrícola con aplicaciones anuales y residuales de P.

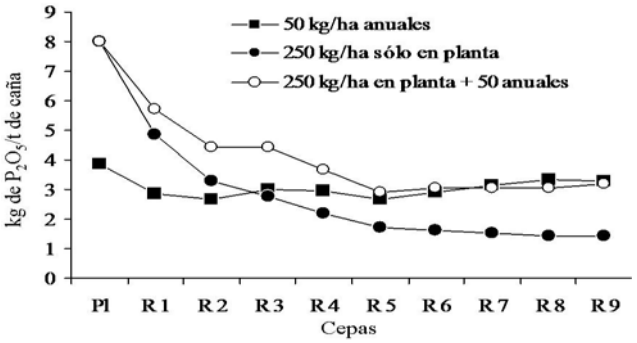


Figura 2. Cantidad de P requerida por unidad de incremento acumulado del rendimiento agrícola

Relación entre la dosis de fósforo y el contenido de fósforo en el jugo

En este suelo Ferralítico Rojo típico, deficiente en P asimilable, donde el rendimiento respondió de manera estable a la fertilización fosfórica, en estudio realizado en cepa del segundo retoño, se observó, con la aplicación de P al suelo, incremento de los contenidos de P total e inorgánico en el jugo. Con los tratamientos consistentes en la aplicación del P sólo en el momento de la plantación se obtuvieron incrementos decrecientes del contenido en el jugo de las formas del P total e inorgánico, sin llegar a alcanzar un máximo con el intervalo de dosis estudiadas (0 a 1000 kg de P_2O_5/ha). Cuando las dosis aplicadas al momento de la plantación fueron complementadas con aplicaciones adicionales anuales de 50 t de P_2O_5/ha en los retoños, se logró estabilizar el contenido de P en el jugo a un nivel más alto. Esta alternativa superó ventajosamente a las aplicaciones para todo el ciclo. Para alcanzar ese nivel de P inorgánico se requirió de una dosis acumulada de 439 kg de P_2O_5/ha, casi dos veces superior a la que se requirió para lograr el nivel estable del P total (Figura 4). Sin embargo, en estas condiciones del cultivo en suelo deficiente en P asimilable, ni aún con el empleo de altas dosis al inicio del ciclo (en plantación), complementadas en los retoños, fue posible alcanzar los valores mínimos de P en el jugo requeridos para una buena clarificación. Ese nivel es de alrededor de 300 mg de P_2O_5/L (1; 3; 4; 5; 6).

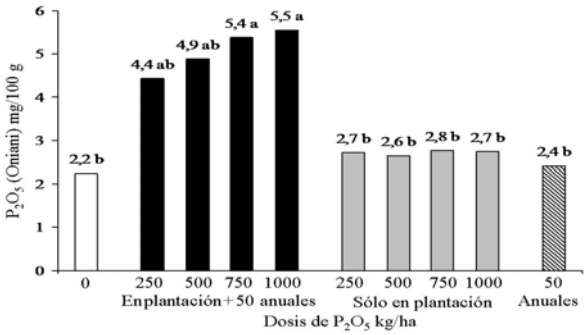


Figura 3. Contenido de fósforo en el suelo por tratamientos al término de 10 años.

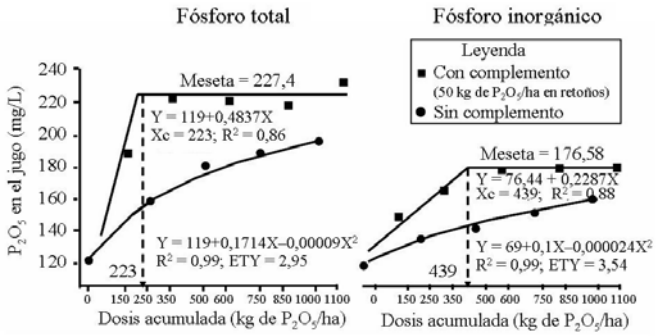


Figura 4. Fertilización fosfórica de fondo, con y sin complemento anual de 50 t P_2O_5/ha, sobre P en jugo.

De las observaciones que preceden resulta evidente que en el suelo estudiado, deficiente en P asimilable, la vía de la fertilización fosfórica no resultó adecuada para lograr el nivel requerido de P en el jugo mezclado apropiado para una clarificación eficiente. El P orgánico, por su parte, no mostró variación con los tratamientos ensayados, de donde se infiere, de acuerdo con Serra y colaboradores (7), que la fertilización mineral incrementa el P total debido a su acción sobre el P inorgánico.

CONCLUSIONES

– Es técnicamente recomendable aplicar al momento de la plantación todo el P requerido para un ciclo de 5 cosechas. La dosis aplicada al inicio fue inferior a la que resulta de multiplicar la dosis anual consuetudinaria por el número de cosechas del ciclo. Esto contribuye a la solución del problema de la fertilización mecanizada cuando se requieren 3 nutrientes, y reduce el costo de la fertilización al utilizarse dosis totales menores para el ciclo.
– Los tratamientos con suplementos anuales no superaron significativamente los rendimientos alcanzados sólo con las aplicaciones de fondo para todo el ciclo.
– El tratamiento residual de 250 kg/ha de P_2O_5 sólo en plantación fue, a partir del tercer retoño, el de mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes fosfóricos la planta en un suelo deficiente en P asimilable, con el mayor incremento del rendimiento agrícola por unidad acumulada de fertilizante fosfórico aplicado.
– Los tratamientos que recibieron P sólo en plantación mostraron, al término de 10 años, un contenido menor de fósforo asimilable en el suelo, que aquellos que contaron con suplementos anuales.
– Como consecuencia del empleo de grandes dosis de fondo de P no se observaron en el suelo, al término de 10 años, alteraciones en su reacción, ni en su contenido de materia orgánica y K.
– En el suelo estudiado, deficiente en P asimilable, no se alcanzó el valor mínimo de P en jugo requerido para buena clarificación, ni con altas dosis de P al inicio, complementadas con 50 kg de P_2O_5/ha. Anuales.

REFERENCIAS

1. Hugot, E. Manual para ingenieros azucareros. La Habana, Ed. Revolucionaria, 1967, p. 279.
2. Rodríguez L., L. Martínez y J. A. Quintana. Evaluación de dos métodos colorimétricos para determinación de fósforo en jugo de caña de azúcar, Revista ATAC, 1988, Jul–Ago: 35–41. ISSN 0138-7553.
3. Honing, P (1969). Principios de tecnología azucarera. T2, Buenos Aires, Cia. Ed. Continental, 1960, p.382.
4. Jenkins, G. H.. Introducción a la tecnología del azúcar de caña. La Hab. Ed.CT/ICL.1971, p 228–229.
5. Pedrosa, R. Manual para el laboratorio azucarero, La Habana. Edit. Uviv. 1975, 302 pp.
6. Carrazana,L. Análisis agroindustrial azucarero. Teoría y práctica. La Hab. Ed. Pueblo y Ed.,1987, 419 pp.
7. Serra, G. E. J. P. Stupielle y S. Zambello. Efeito de adubação fosfatada sobre e tenor de fósforo de caldo de cana de açúcar. Brasil Açucareiro, 1974, No. 4. p 52–72.

EFECTO DE LA COMPETENCIA SOBRE LA EFICIENCIA DE LA SELECCIÓN EN ETAPAS INICIALES EN CAÑA DE AZÚCAR
EFFECT OF THE COMPETENCE OVER THE EFFICIENCY OF THE SELECTION IN INICIAL PHASES IN SUGAR CANE

Autor (es): Zambrano, Y*, Fernández, Y, Torres I, Díaz, F y García, H.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba
* yumarys@inica.azcuba.cu

RESUMEN

De los factores que afectan la selección en la caña de azúcar, pocos reportes se publican de la competencia. Un estudio en la etapa de posturas se realizó con seis cruces biparentales y nueve tratamientos, en los que la competencia se basó en el efecto de la longitud de la planta y colindancia entre las posturas a los 45 posteriores a la germinación en la fase de vivero. La evaluación del grosor y longitud a los 30 y 45 días, indicaron un predominio del efecto de la competencia (43 y 70% de la variación fenotípica total), sobre el genético y el de la interacción entre ambos. Se concluye que nuevos estudios son necesarios para dilucidar estrategias para su aprovechamiento, en función de incrementar la eficiencia de la selección.
PALABRAS CLAVE: selección, competencia, posturas, caña de azúcar

ABSTRACT

Among the factors that effect the selections in the sugar cane, only a few reports are published about competence. That is why a research about seedling phase was carried out with six parent crossing and nine treatments. In it, the competence was based on the plant´s longitude at 45 day after germination and the adjacency between seedlings in the nursery garden. The evaluation of the diameter and the altitude of the plant at 30 and 45 days indicated a prevalence of the competence effect (43 and 70% of the total phenotype variation) over the genotype and the interactions between both of them. Concluding with the idea that new researches in order to elucidate strategies for its improvement are necessary, with the objective of increase the efficiency of the selection.
KEY WORDS: selection, competence, seedling, sugar cane

INTRODUCCIÓN

Múltiples son los factores que inciden en la eficiencia de la selección, de ahí que su conocimiento y evaluación se hace imprescindible en los programas de mejora, para un mejor aprovechamiento de la variabilidad genética.

De tales factores, el efecto de la competencia ha sido el menos abordado y del que se supone tenga un peso considerable en los estadios iniciales de selección, donde el genotipo tiene una representación limitada por los pequeños tamaños de parcela que hay que utilizar (1).

En función de obtener una primera aproximación del valor de la competencia en la fase de vivero, de la primera etapa del esquema de selección de la caña de azúcar en Cuba se desarrolló el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Seis cruces biparentales representativos del programa de mejora genética de la caña de azúcar en Cuba fueron incluidos en el estudio. Transcurridos 45 días posteriores a la germinación se clasificaron las posturas

de acuerdo a su longitud en tres categorías (Tabla I), para que la competencia estuviera basada en el efecto de la altura de la planta y su colindancia en bandejas de 60 alveolos equidistantes a 5 cm, utilizadas en la fase de vivero para su fortalecimiento previo al trasplante a campo.

Tabla I. Clasificación de las posturas de acuerdo a la longitud

Categoría	Longitud
Pequeña	2.29 ± 0,33 cm
Mediana	4.65 ± 0,37 cm
Alta	7.03 ± 1,0 cm

De la combinación de las tres categorías anteriores se conformaron nueve tratamientos (Tabla II) para evaluar el efecto de la competencia.

Tabla II. Tratamientos evaluados en la combinación de la longitud de la planta y la disposición de la siembra en las bandejas de fortalecimiento

Tratamiento	Denominación	Descripción
1	Pequeñas	Tres hileras* de posturas pequeñas
2	Medianas	Tres hileras de posturas medianas
3	Altas	Tres hileras de posturas altas
4	Pequeñas - Medianas	Una hilera de posturas pequeña con dos medina a ambos lados
5	Pequeñas - Grandes	Una hilera de posturas pequeña con dos alta a ambos lados
6	Medianas - Pequeñas	Una hilera de posturas mediana con dos pequeñas a ambos lados
7	Medianas - Grandes	Una hilera de posturas mediana con dos alta a ambos lados
8	Altas - Pequeñas	Una hilera de posturas alta con dos pequeña a ambos lados
9	Altas - Medianas	Una hilera de posturas alta con dos mediana a ambos lados

*. Cada hilera de 10 posturas

Cada tratamiento se replicó tres veces y fueron mantenidas las condiciones necesarias para un normal desarrollo de las plantas.

A los 30 y 45 días del trasplante se evaluó el diámetro central y la longitud hasta el último dewlap visible de todas las plantas. El procesamiento estadístico se basó en análisis de varianza de clasificación doble, considerados cruces y tratamientos como efectos aleatorios de acuerdo al modelo de Cochran y Cox (1965), para la descomposición de las varianzas.

El resultado del efecto de la competencia se evaluó en cada tratamiento, como el incremento (cm) en diámetro y longitud de las plantas, respecto al momento del trasplante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto a los 30 días del trasplante a vivero como a los 45, se presentaron diferencias significativas (p=0,05) para los componentes de varianza estudiados y su interacción (Tabla III), lo que indicó que a pesar de no efectuarse en esta fase selección, debe tenerse presente para mejorar el manejo de las posturas en la misma.

El porcentaje de la variación total atribuible al efecto de la competencia fue predominante en todos los casos con valores superiores a 50%, excepto para la longitud a los 45 días. Se pudo constatar además que en el tiempo es efecto tuvo una tendencia a estabilizarse, puesto que se redujo a los 45 días.

Tabla III. Estimados de los componentes de varianza y su peso en la variación total

Componente de varianza	Diámetro		Longitud	
	$\sigma^2 \pm ES$	PVT	$\sigma^2 \pm ES$	PVT
A los 30 días				
σ^2_G	0.06 ± 0.03	12	0.01 ± 0.07	1
σ^2_C	0.37 ± 0.17	66	6.82 ± 1.96	70
σ^2_{GC}	0.08 ± 0.04	12	0.87 ± 0.35	9
A los 45 días				
σ^2_G	0.00 ± 0.00	2	0.0	0
σ^2_C	0.14 ± 0.06	58	1.95 ± 0.49	43
σ^2_{GC}	0.07 ± 0.03	24	0.67 ± 0.27	16

Componente de varianza (σ2) para genotipo (G), competencia (C) y genotipo x competencia (GE), Estimado preciso $\sigma^2 \geq 2ES$ PVT. Porcentaje de la variación total

Los resultados anteriores tuvieron total correspondencia con las estimaciones de los componentes de varianza, que en todos los casos fueron precisos. El efecto de la interacción genotipo x competencia fue más importante que el de los genotipos.

Aunque en la fase de vivero no se hace selección, deben ser considerados las estimaciones del efecto de la competencia para organizar el trasplante para el fortalecimiento en vivero.

De acuerdo al incremento del grosor posterior al trasplante (Figura 1), como medida del desarrollo de las plantas, se pudo apreciar que la mayor competencia se estableció entre plantas de un mismo porte (pequeñas, medianas, altas) y cuando la colindancia fue superior (Peq – Med, Peq – Alt, Med – Alt), mientras que los menores se alcanzaron cuando fue inferior (Med – Peq, Alt – Peq, Alt – Med).

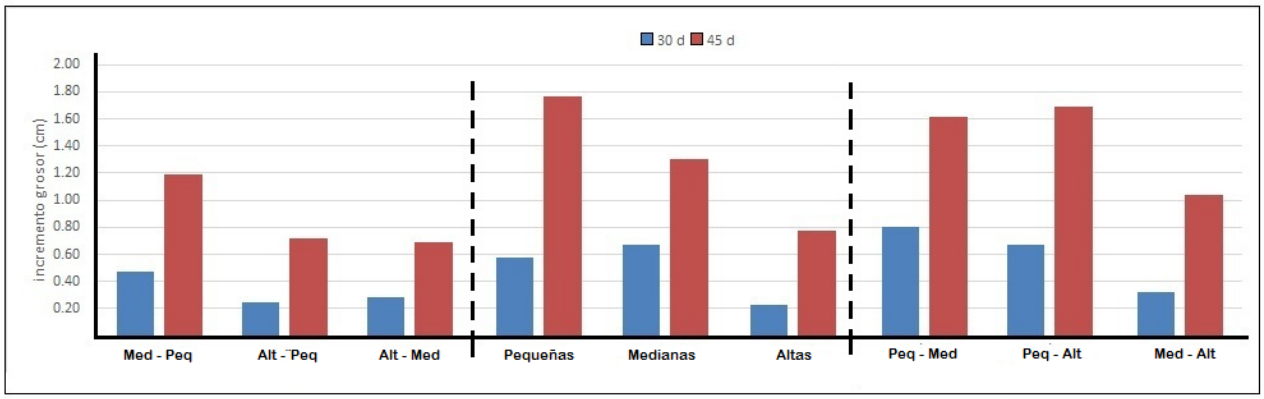


Fig. 1 Efecto de la competencia sobre el incremento del diámetro

En la longitud aunque el patrón de respuesta a la competencia fue similar (Figura 2), las diferencias fueron menos pronunciadas respecto a cuando la colindancia fue inferior.

En Australia se encontró un efecto marcado de la competencia entre clones vecinos en ensayos replicados, más acentuados en retoño que en caña planta y en el rendimiento agrícola respecto al contenido azucarero (2).

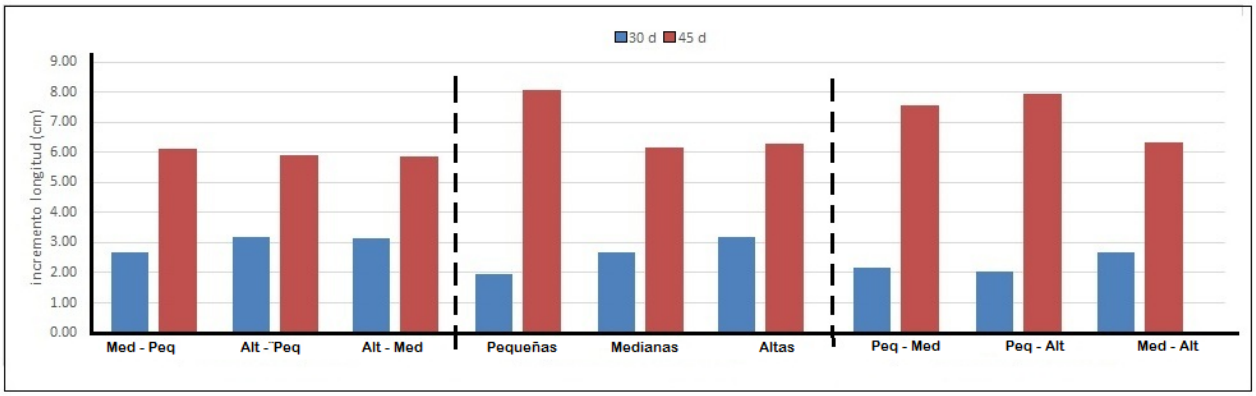


Fig. 2 Efecto de la competencia sobre el incremento de la longitud del tallo

CONCLUSIONES

La competencia es un efecto que afecta la selección tan tempranamente como desde la adaptación y fortalecimiento de las posturas, que debe ser considerado en el manejo de esa fase con vistas a una menor repercusión en la siguiente. Deben implementarse nuevos estudios para dilucidar su comportamiento en las etapas siguiente de postura en campo y reproducción clonal, con vista al aprovechamiento de ese efecto en la eficiencia de la selección.

REFERENCIAS

1. Milanés, N.; G. Pérez, A. Caballero; F. Méndez y H. García. 1992. Interacción genotipo x ambiente en la etapa de selección de posturas de la caña de azúcar en Cuba. Logro del INICA.

2. McRae, T.A. and Jackson, P. A. Competition effects in selection trials. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., 20. 1998 pp 154-161.

CENSO DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR CULTIVADAS EN CUBA DURANTE EL PERÍODO 2012-2016

SUGARCANE VARIETIES CENSUS CULTIVATED IN CUBA DURING 2012-2016PERIOD

González R.M.*, HernándezG., Almeida R., Tuero S., Pardo L., Walker Y., González J.R., Manresa M., Rodríguez E., González R., Sánchez W., Bodaño R., Ibarra J., González A., Lora N., Gámez H., Mesa J.M., Rodríguez M. , Sarmientos N.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
* rolando@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Se efectúan comparaciones entre los censos de variedades realizados en el período 2012-2016 con el objetivo de evaluar el crecimientoo disminución de los principales cultivares identificados e incorporar estos elementos para la toma de decisiones respecto a su limitación o reemplazo.La información primaria fue obtenida a partir de una planilla diseñada en Microsoft Office Excel 2007, que contenía la codificación y denominación correspondiente a cada cultivar. Se evidenció que C86-12 continúa liderando la agricultura cañera cubana y junto a C90-469, CP52-43, C86-156 y B80250 clasifican entre los cultivares de mayor extensión territorial por su buen comportamiento agrícola y elevado contenido azucarero.Por otra parteC86-503, C90-530, C323-68, C90-317, C89-147, C137-81 y My5514 decrecen su participación comercial debido a su inferior contenido azucarero y vulnerabilidad fitosanitaria. Por su alto porcentaje de digestibilidad, 11 de los principales cultivares desarrollados durante este período se consideran factibles para la alimentación del ganado vacuno.

PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, censo, cultivares, variedades, alimentación animal

ABSTRACT

Comparisons are made among the sugarcane varieties census carried out between 2012-2016 to evaluate the growth or decrease of the main identified cultivars and to incorporate these elements for the taking of decisions regarding their limitation or substitution. The primary information was obtained starting from a schedule designed in Microsoft Office Excel 2007 that it contained the code and denomination corresponding to each cultivar. The cultivar C86-12 was shown continues to lead Cuban sugarcane agriculture and together with C90-469, CP52-43, C86-156 and B80250, they rank among the cultivars with the greatest territorial extension due to their good agricultural behavior and high sugar content. On the other hand, C86-503, C90-530, C323-68, C90-317, C89-147, C137-81 and My5514 decrease their commercial participation due to their lower sugar content and diseases vulnerability. Due to their high percentage of digestibility, 11 of the main cultivars developed during this period were considered feasible for animal feeding

KEY WORDS: census, cultivars, sugarcane, varieties, animal feeding

INTRODUCCIÓN

La realización anual del censo de variedades comerciales de los diferentes cultivos, constituye una herramienta de gran valor para estudiar la dinámica y desarrollo que siguen los cultivares, durante su ciclo de vida, en áreas de producción (1). En Cuba, mediante el Servicio de Variedades y Semilla (SERVAS), se actualizan anualmente los proyectos de variedades y se monitorea continuamente el área de las variedades de caña de azúcar bajo cultivo a nivel de unidades de producción (UPC), unidades empresariales de base

(UEB), empresas azucarerasprovinciales y Grupo Azucarero AZCUBA, lo que permite dar seguimiento al uso diferenciado de los genotipos y controlar su adecuada explotación. El objetivo del presente trabajo, es efectuar elanálisisdelos censos de variedades realizados en el período 2012-2016 y efectuar comparaciones que permitan auxiliar la toma de decisiones respecto ala ampliación, limitación, disminución o reemplazo de los principales cultivares censados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información primaria para elaborar los censos anuales de variedades fue obtenida a partir de una planilla diseñada en Microsoft Office Excel 2007, que contieneel código y la denominación correspondiente a cada cultivar reconocido en la lista oficial de variedades comerciales (2) y el registro de variedades del SERVAS(3), el área comercial ocupada al cierre de cada año y el porcentaje de la misma, contando para su asientocon la participación del personal especializado de las UPC, UEB y empresas azucareras provinciales.
Además, fueron registradas otras variables relacionadas con el empleo de losdiferentes cultivares, en correspondencia con los principios y conceptos básicos para el manejo de variedades de caña de azúcar (4)y los resultados de las encuestas fitosanitarias y recomendaciones del Servicio Fitosanitario (SEFIT) para el período.Este procedimiento proporcionó una alta confiabilidad técnica y representatividad de los resultados. El campo de caña fue considerado como unidad mínima de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período analizado, el área censada reflejó un crecimiento sistemático (Fig. 1). Al finalizar el año 2016 fueron registradas691036,57 hadestinadas al cultivo, 109499,00 ha más que las informadas en el año 2011 (1).
Se identificaron entre 86 y 105 variedades ocupando áreas comerciales en los diferentes años. En la Tabla I se muestra el listado de los 86cultivarescensados al cierre de 2016 con más de una hectárea, de ellos 74 han sido obtenidos por programas de mejoramiento autóctonos y 12 introducidos al país,procedentes de diferentes centros de mejora.

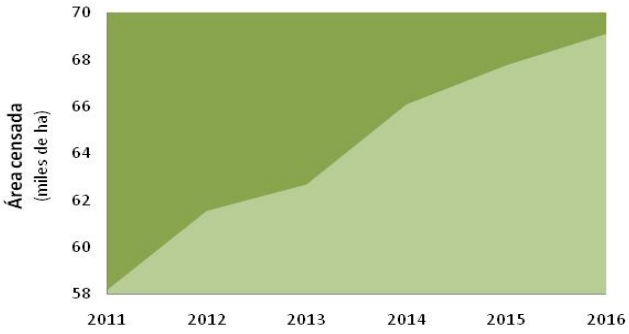


Fig. 1. Área censada en el período 2012-2016

Entre las variedades nacionales 68 poseen el prefijo C (Cuba), dosJa (Jaronú), unoMy (Mayarí) y unoTy (Tayabito), además del somaclón CC (Cuba-CENIC) obtenido mediante cultivo de tejidos. Por otra parte, de los 14 cultivares extranjeros,cuatro tienen prefijo B (Barbados, Islas Barbados), uno CB (Campos, Brasil), uno Co (Coimbatore, India), uno CP (Canal Point, EEUU), uno PR (Puerto Rico), dos RB (República do Brasil) y tres SP (São Paulo, Brasil).
En la Tabla II se relacionan las variedades que, al menos en uno de los años comprendidos en el período estudiado, alcanzaron o sobrepasaron 1 % de propagación nacional, y que por esta razón son denominadas variedades principales (5), las que oscilaron en número entre 20 y 22.
Al cierre de 2016, los 10 cultivares mejor clasificados cubrieron el 67,6% del área nacional plantada por el cultivo, un 4,45% por encima de la reportada en el año 2011 por las entonces ocupantes de esas posiciones (1), lo que indica una mayor dependencia de los mismos para la producción cañera. Los cultivares que ahora ocupan estos escañosson C86-12, C90-469, C323-68, CP52-43, C86-56, C86-156, C1051-73, C87-51,C86-503 y B80250, por ese orden.Los que más crecieron fueron C90-469, CP52-43, C86-156, C86-12, C86-56 y B80250.
La C86-12 se mantiene liderando la superficie de caña, posición conquistada en 2006. En la primera decena del presente milenio fue necesario elaborar acciones encaminadas areducir su participación comercial y de

esta manera hacer cumplir lo establecido en la política nacional de variedades, con la con la finalidad de que ningún cultivarsobrepase el 20%del área destinada al cultivo al nivel de UEB, principio respaldado en la proyección elaborada por el SERVAS. Estas acciones posibilitaron una reducción del porcentaje de este cultivar, sin embargo, en el último censo, incrementó en 0,5 % el área cañera, lo que significó un crecimiento de 17 281,18 ha respecto al año 2011.

El cultivar C90-469, por su excelente comportamiento agrícola, elevado contenido azucarero y sanidad creció 0,4%, por encima de lo proyectado y ocupó la segunda posición al nivel nacional, desplazando a C323-68 al tercer lugar.

Tabla I. Listado de variedades censadas al cierre de diciembre de 2016

C86-12	C97-445	C95-416	C96-435	C130-82
C90-469	C85-102	C87-252	Ty70-17	C227-59
C323-68	C137-81	C89-148	C88-356	C98-357
CP52-43	C93-540	C92-524	C86-251	C1324-74
C86-56	C90-647	C86-531	B77418	SP70-1143
C86-156	C132-81	C88-380	CB44-52	C88-553
C1051-73	C89-176	Ja64-19	RB745433	C92,-509
C87-51	B78505	C86-165	C95-414	C91-81
C86-503	B7274	C92-203	B63118	C290-73
B80250	CC82-105	C90-316	RB72454	C111-79
Co997	C86-456	C203-82	C140-81	C90-229
SP70-1284	C266-70	C439-72	C94-504	Ja60-5
C90-317	C89-161	C85-214	C86-502	C86-602
C90-530	C92-514	C87-635	C128-83	C92-92
C89-147	C91-522	C90-105	C92-26	C92,539
C120-78	C89-250	SP71-1406	C138-77	C1616-75
C92-325	C90-501	C85-1	C568-75	C00-575
My5514				

Por otra parte, CP52-43 ascendió del octavo al cuarto puesto y C86-156 pasó del decimoquinto al sexto lugar, ambas crecieron por encima delo estimado; C86-56 subió del noveno sitio al quinto, pero su crecimiento fue inferior al previsto en la proyección, debido a su menor riqueza sacarina en el primer período de zafra; B80250 ascendió del decimotercero al décimo escaño y creció ligeramente por encima de lo propuesto. También obtuvieron crecimientos sustanciales C1051-73, C97-445, C87-51, C92-325 y SP70-1284.

Tabla II. Principales variedades desarrolladas en el período 2012-2016

Variedades	2012	2013	2014	2015	2016
C86-12	18,2	18,2	18,3	17,8	18,3
C90-469	5,2	5,6	6,1	6,9	7,5
C323-68	10,3	9,7	8,9	8,4	7,4
CP52-43	4,0	4,4	4,9	5,4	6,7
C86-56	4,6	5,3	5,7	6,2	5,4
C86-156	2,7	3,4	3,8	4,5	5,1
C1051-73	3,8	3,7	3,9	4,4	4,8
C87-51	4,0	3,9	4,0	4,2	4,3
C86-503	6,5	6,1	5,5	4,9	4,2
B80250	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9
Co997	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3
SP70-1284	2,6	2,7	2,8	2,9	2,8
C90-317	4,1	4,0	3,6	3,1	2,7
C90-530	3,6	2,9	2,6	2,2	1,7
C89-147	2,3	2,3	2,1	1,7	1,5

Variedades	2012	2013	2014	2015	2016
C120-78	1,2	1,3	1,4	1,6	1,4
C92-325	0,9	1,0	1,2	1,3	1,3
My5514	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2
C97-445		0,1	0,3	0,7	1,2
C85-102	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1
C137-81	1,6	1,5	1,4	1,1	1,1
C132-81	1,5	1,4	1,1	0,9	0,8
C89-176	1,2	1,1	1,1	0,9	0,7
C86-456	1,0	0,8	0,9	0,8	0,5
C88-380	1,2	0,9	0,7	0,4	0,3
Sub Total	**88,8**	**88,9**	**89,3**	**89,6**	**89,2**
Otras censadas	**11,2**	**11,1**	**10,7**	**10,4**	**10,8**
Cultivares ≥ 1%	**22**	**22**	**21**	**20**	**21**
Cultivares censados	**105**	**98**	**98**	**86**	**86**

Los cultivares que decrecen son C86-503, C90-530, C323-68, C90-317, C89-147, C137-81 y My5514, que han cedido áreas para el desarrollo de otroscon mayor contenido azucarero y resistencia o tolerancia a las principales plagas que afectan al cultivo en Cuba.
Entre los cultivares desarrollados en el período, existen 11 que poseen más del 51% de digestibilidad de la materia seca, por lo que se consideranfactibles para la alimentación del ganado vacuno, ellos son C86-12, C87-51, C86-503, B80250, Co997, C90-317, C90-530, My5514, C137-81, C132-81 y C89-176.

CONCLUSIONES

La variedad C86-12 continúa liderando la agricultura cañera cubana, incrementando su participación nacional en el año 2016. También continúan acrecentando su expansión los cultivares C90-469, CP52-43, C86-156, B80250 y C86-56. Incrementos menos significativos alcanzan C1051-73, C97-445, C87-51, C92-325 y SP70-1284.
Los cultivares C86-503, C90-530, C323-68, C90-317, C89-147, C137-81 y My5514 decrecen su participación comercial.
Por el alto porcentaje de digestibilidad de la materia seca, se consideran factibles para la alimentación del ganado vacuno,11 de los principales cultivares.

REFERENCIAS

1. González R.M., Almeida R., Tuero S., Acosta D., Pardo L., Casanova Y., González J.R., Manresa M., Domínguez N., González R., Sánchez W., de la Rosa L., Hernández G., López G., Lora N., Gámez H., Jorge I., Jorge H., Mesa J.M., Rodríguez M. y Sarmiento N. Censo de variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba al cierre del 2010. ATAC, 2011, Volumen 72, No. 3, 9-13. ISSN 0138-7553.
2. MINAG. Lista oficial de variedades comerciales 2015. Dirección de semillas y recursos fitogenéticos. Registro de variedades comerciales. 2015. Imprenta MINAG, 58 pp.
3. INICA. Archivo de registro de variedades. [Soporte en copia dura y digital].SERVAS. La Habana 2015. [Consultado el 14 de marzo de 2016].
4. Jorge H., Jorge I. y Bernal N. Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana, Ed. PUBLINICA, La Habana, Cuba, 2010. 99 pp. ISSN 1028-6527.
5. Mesa J.M., González R.M.,Rodríguez M., Hernández G:A:, Jiménez A:L:, García H., Jorge I., Rodríguez E., González R., Almeida R., Sarmiento N., Guillén S., Alfonso I., Díaz F.R. y Torres I.C. XXII Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal, Revista Cuba & Caña, 2011, Suplemento Especial. 58 pp. ISSN1028-6527.

FACTORES DE RIESGO EPIDEMIOLÓGICOS ANTE LAS ROYAS EN CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA
EPIDEMIOLOGICAL RISK FACTORS FOR SUGARCANE RUSTS IN CUBA

Autor (es): Rodríguez E*, Rodríguez M, Puchades Y, Montalván J, Aday O.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), La Habana, Cuba
* e-mail: eida@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Dentro de las principales enfermedades en caña de azúcar causadas por hongos se encuentran la roya parda (*Puccinia melanocephala*) detectada en Cuba desde 1979 y la roya naranja (*Puccinia kuehnii)* que fue informada en el 2007. Ambas se mantienen bajo monitoreo sistemático debido a las pérdidas que han ocasionado en diferentes regiones cañeras. Una nueva especie de roya, la ceniza (*Puccinia (Macruropyxis) fulva sp. nov*.) se observó sobre caña de azúcar en Swazilandia en 2008 y desde entonces se ha expandido a la mayoría de las áreas cañeras de Sudáfrica, y más recientemente a Mozambique y Zimbabwe. Este trabajo tiene como objetivo actualizar la incidencia de las royas presentes en nuestro país y analizar los factores epidemiológicos que pueden propiciar la introducción de la roya ceniza.
PALABRAS CLAVE: caña de azúcar, enfermedades, roya, roya ceniza

ABSTRACT

Among the major diseases in sugarcane caused by fungi are brown rust (*Puccinia melanocephala*) detected in Cuba since 1979 and orange rust (*Puccinia kuehnii*) which was reported in 2007. Both are kept under systematic monitoring due to sugar and cane yield losses occurred in different sugarcane regions. A new species of rust, tawny (*Puccinia* (*Macruropyxis*) *fulva sp. nov*.) aas observed on sugarcane in Swaziland in 2008 and since then has expanded to most of the sugarcane areas of South Africa, and more recently to Mozambique and Zimbabwe. This work aims to update the incidence of rusts present in our country and to analyze the epidemiological factors that may lead to the introduction of tawny rust.
KEY WORDS: sugarcane, diseases, rusts tawny rust

INTRODUCCIÓN

La roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow) de la caña de azúcar está ampliamente distribuida en el mundo, y es considerada entre las de mayor importancia por su afectación al cultivo (Peixoto y col., 2013). En Cuba ocasionó ataques intensos sobre B4362 y produjo pérdidas de hasta el 50 % de la cosecha (Rodríguez y col., 2014). A pesar de los resultados del Programa de Mejoramiento Genético para la obtención de cultivares resistentes, la enfermedad se mantiene en las áreas cañeras del país.

La roya naranja de la caña de azúcar (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler), se ha informado en 36 países cañeros. En el hemisferio occidental es considerada una enfermedad emergente (Comstock y col., 2015). En Cuba se detectó en el 2008 y en la actualidad se encuentra distribuida en todo el territorio nacional.

Una nueva especie de roya, la ceniza (*Puccinia (Macruropyxis) fulva sp. nov.*) se observó sobre caña de azúcar en Swazilandia en 2008, y desde entonces se ha expandido a la mayoría de las áreas cañeras de Sudáfrica, y más recientemente a Mozambique y Zimbabwe (Martin y col., 2017).

Este trabajo tiene como objetivo actualizar la incidencia de las royas presentes en nuestro país y analizar los factores epidemiológicos que pueden propiciar la introducción de la roya ceniza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó la información emitida por los Servicios Científico-Técnicos del INICA: Servicio de Variedades y Semilla (SERVAS) y Servicio Fitosanitario de la Caña de Azúcar (SEFIT) para el cálculo del área ocupada por cultivares susceptibles a roya parda y la incidencia de la enfermedad en áreas comerciales del período 2000-2015.

Se conformó una base datos con la información de las encuestas sobre roya naranja desde el año 2008 hasta el 2015 en la que se relacionan las áreas afectadas.

Se recopiló toda la información bibliográfica disponible sobre la caracterización de la roya ceniza.

Se realizó una comparación entre las tres royas con relación a síntomas y condiciones ambientales para su desarrollo. Con estos elementos se determinaron los factores epidemiológicos que pueden propiciar el desarrollo de la roya ceniza en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra el área ocupada por cultivares susceptibles a la roya parda en Cuba, dónde se observa un decrecimiento en el uso de estos, los que se han sustituido por otros resistentes obtenidos por el Programa de Mejoramiento Genético del INICA. Esto ha permitido una disminución del índice de infección y de la carga de inóculo presente en el ambiente.

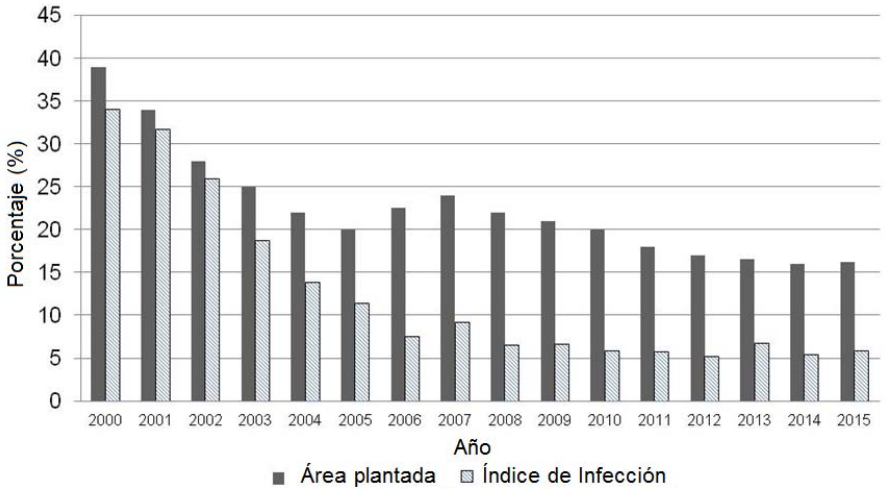


Fig. 1 Porcentaje de área ocupada por cultivares susceptibles a roya parda e índice de infección de la enfermedad en Cuba en el período 2000-2015

La figura 2 muestra la distribución de la roya naranja en Cuba. Como se aprecia la enfermedad se encuentra distribuida en todo el país. Sin embargo, según la información del SEFIT, su afectación es ligera. En algunos cultivares se ha detectado la presencia conjunta de las royas parda y naranja. En las provincias Villa Clara, Mayabeque, Camagüey y Santiago de Cuba se ha observado mayor número de focos de infección. Se considera que el uso de cultivares resistentes a roya parda de alguna manera ha influido en el establecimiento y patogenicidad del hongo *P. kuehnii*.

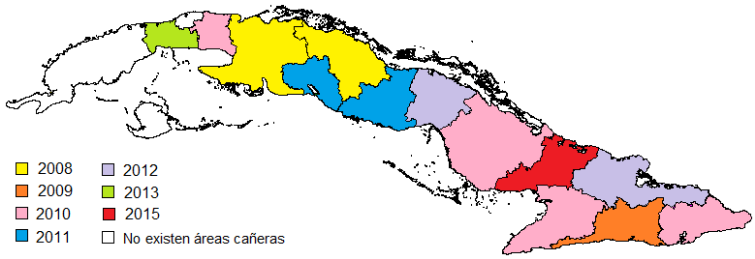


Fig. 2 Dispersión de la roya naranja en Cuba a partir de su detección en el año 2008

La roya ceniza, actualmente se encuentra confinada al continente africano. Los síntomas característicos de esta enfermedad son pústulas paralelas a la nervadura central, de color rojo-carmelitoso, presentes en la superficie adaxial de la hoja y en la abaxial cuando la infección es severa, mayor afectación hacia la punta de las hojas y el resecado de estas.

En la tabla I y figura 3 se muestra una comparación morfológica de las tres royas que facilitan su identificación. Aunque para cada una de ellas se han descrito técnicas de diagnóstico molecular.

Tabla I. Comparación morfológica de las especies de roya que infectan la caña de azúcar

Características	*Puccinia melanocephala*	*Macruropyxis fulva sp. nov*	*Puccinia kuehnii*
Uredinio			
Color	Marrón-canela a marrón oscuro	Naranja brillante que se convierten a rojizo oscuro con el tiempo	Naranja a marrón rojjizo
Posicion	Usualmente hacia la punta de las hojas	Usualmente hacia la punta de las hojas	Prevalecen mas sobre la mitad inferior de las hojas
Lesiones	Lineales, usualmente 2-10 mm	Lineales, usualmente 2-10 mm	Tipicamente mas cortas, en forma oval
Urediniosporas			
Color	Marrón-canela a marrón oscuro	Naranja brillante a rojo-naranja a hialino	Naranja a marrón rojjizo
Tamaño	25-39 x 17-28 um	25-32 x 20-26 um	33-53 x 21-31 um
Forma	Ovoides o elipsoidales	Elipsoidales a ovoides a globosas	Ovoides a piriformes o ampliamente elipsoidales
Espesor de la pared	0,8-2,3 um, uniforme	1,45-4,83 um, uniforme	1-2,3 um hasta 12 um con engrosamiento apical
Espinas	Finas, moderadas, regularmente distribuidas, agrupadas sobre la cubierta de las esporas	Abundantes, regularmente distribuidas, agrupadas sobre la cubierta de las esporas	Moderadas, no agrupadas sobre la cubierta de las esporas ni regularmente distribuidas
Poros	4-5 ecuatorial	Poco observados, 0-3 con distribución aleatoria	4-5 ecuatorial
Paráfisis	Numerosas	No observadas	Pocas

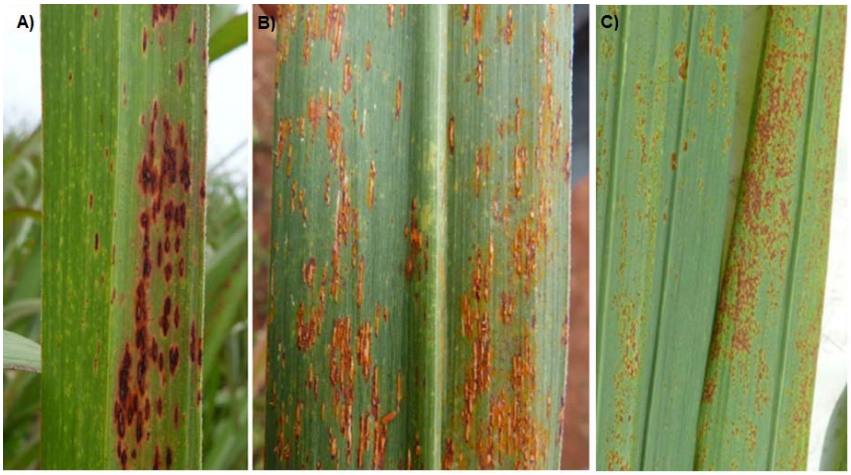


Fig. 3 Síntomas característicos de las especies de roya que infectan la caña de azúcar. A) Roya Parda; B) Roya Ceniza; C) Roya Naranja. (Foto tomada de Martin y col., 2017)

Los principales factores de riesgo que pueden influir en la introducción de la roya ceniza al país están dados por: la diseminación aérea y la dirección del viento, así como las condiciones ambientales, fundamentalmente humedad relativa y temperatura de germinación. Esta última se conoce que es similar para estas royas entre 20 – 30 ºC.

Existe una resolución gubernamental (616/2014) del Ministerio de la Agricultura que establece que ningún cultivar ocupe más del 20 % del área, lo que asegura un mosaico varietal que actúa como una barrera de resistencia natural ante patógenos. Además, Cuba cuenta con el SEFIT para la vigilancia fitosanitaria permanente de las plantaciones cañeras y sistemas de alerta temprana que permiten una rápida identificación de plagas exóticas, lo que unido a la capacitación de técnicos y especialistas coloca al país en una situación favorable ante la introducción de estas.

CONCLUSIONES

Las royas parda y naranja de la caña de azúcar se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional, con afectaciones ligeras.
La diseminación aérea, la dirección del viento y las condiciones ambientales son los principales factores de riesgo para la introducción de la roya ceniza en Cuba

REFERENCIAS

1. Peixoto RF; Figueira AV; Landell MG; Nunes DS; Pinto LR; Sanguino A; Anjos IA; Creste S. (2013).
2. Development and characterization of microsatellite markers for *Puccinia melanocephala*, causal agent of sugarcane brown rust. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 28: 4 pp.
3. Rodríguez M., Rodríguez E., Alfonso I., Fuentes A. (2014). Capítulo 8. Enfermedades y plagas. En:
4. Santana I., González M., Guillén S., Crespo R. Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Grupo Azucarero AZCUBA. INICA, ISBN: 978-959-300-036-9, pp. 209-256.
5. Comstock JC; Ovalle W; Chavarría E; Glynn NC; Castlebury LA; Raid RN; Orozco H. (2015). La roya naranja de la caña de azúcar, una enfermedad emergente: su impacto y comparación con la roya marrón.
6. Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, 2015, 5 (7): 12-26.
7. Martin LA; Evans DL; Castlebury L; Sifundza J; Comstock J; Rutherford S; McFarlane S. (2017). *Macruropyxis fulva sp. nov.*, a new rust (*Pucciniales*) infecting sugarcane in southern Africa. Australasian Plant Pathology, 46(1): 63–74.

HACIA UNA AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR

TOWARD THE PRECISION AGRICULTURE IN SUGAR CANE

Sulroca F.*; Machado I.; Madam L.; Vidal L.
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar
*email: federico.sulroca@inica.azcuba.cu

RESUMEN

La agroindustria azucarera cubana experimenta un conjunto de transformaciones, retos y amenazas para lo cual desarrolla un programa de investigaciones tendientes a introducir un nuevo sistema de gestión basado en los principios de la agricultura de precisión, aprovechando las bondades de las nuevas tecnologías acopladas a la maquinaria agrícola. El trabajo expone algunos resultados obtenidos hasta la fecha de aplicaciones diseñadas a partir del control de flotas, el uso de computadoras acopladas a las máquinas de riego, la instalación de sensores para el control de calidad de las labores, el sistema de pesaje de caña mediante sensores en los remolques autobasculantes, la evaluación de máquinas para aplicaciones de dosis variables de productos agroquímicos, la interpretación de imágenes tomadas con vehículos volantes no tripulados (drones), así como las líneas principales de trabajo del programa de agricultura de precisión en caña de azúcar.

Palabras clave: agricultura de precisión, control de flota, imágenes multiespectrales, caña de azúcar.

ABSTRACT

The Cuban sugar industry experiences a series of transformations, challenges and threats. It develops a research program aimed at introducing a new management system based in the principles of precision agriculture, taking advantage of the benefits of new technologies coupled with the modern machinery agricultural. The paper shows some results obtained to date about applications designed from the control of fleets, the use of computers coupled to the irrigation machines, the installation of sensors for the quality control of the agriculture work, the cane weighing system using sensors in trailers, evaluation of machines for variable-dose applications of agrochemicals, interpretation of images taken with drone, as well as the main principals lines of the precision farming program in sugar cane.

Key words: precision agriculture, fleet control, multispectral images, sugarcane.

INTRODUCCIÓN

La recuperación de la competitividad en el mercado internacional obligan a la agroindustria azucarera cubana tener presente las transformaciones que experimenta la agricultura mundial con el avance de la mecanización, la quimización, la biotecnología aplicada, la creación de cadenas de valores y la necesidad de recopilar y evaluar numerosas informaciones para tener éxito en la actividad gerencial, sumado a la introducción de las nuevas tecnologías, lo que hace cada vez más competitivo y complejo el escenario productivo. El agricultor moderno es cada día más dependiente de insumos y recursos para mantener su competitividad y demanda a su vez, una mayor eficiencia en la utilización de los mismos para alcanzar mejores resultados productivos, lo que demanda la evaluación y el control sistemático de los factores que inciden en el proceso y su variabilidad espacial, dirigiendo los objetivos hacia la ***"agricultura de precisión***¨, que facilita el aumento de la productividad y la reducción de los costos dentro en la unidad de manejo agrícola, con un uso racional y eficiente de los recursos e insumos. Ante esta problemática el Grupo AZCUBA orientó al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) iniciar un programa de

investigaciones dirigido a introducir y evaluar gradualmente la agricultura de precisión en caña de azúcar, aprovechando las nuevas tecnologías introducidas en la Unidad Básica Empresarial (UEB) Jesús Rabí de la Empresa Azucarera Matanzas, para diseñar un modelo de agricultura de precisión que se adapte a las condiciones y necesidades de Cuba (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia internacional, los resultados alcanzados por la UEB Jesús Rabí con la introducción de nuevas tecnologías, medios y maquinaria, la infraestructura creada, así como la existencia del sistema de servicios científico-técnicos por unidad mínima de manejo desarrollado por el INICA, facilitaron diseñar un programa de investigación para la agricultura de precisión (2). Para ello, fue necesario establecer un conjunto de premisas y condiciones entre las que se destacan por su importancia: elaborar una base cartográfica detallada del área agrícola para soporte de la información con la utilización de Mapinfo 10, utilización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), sensores, otros medios informáticos y de comunicación que garantizaron la ubicación geoespacial exacta de los datos capturados, utilización de imágenes tomadas con vehículos aéreos no tripulados o drones de la empresa GEOCUBA, así como programas y algoritmos para las recomendaciones elaborados por el INICA, junto con un sistema de capacitación de estas nuevas tecnologías confeccionado para los productores cañeros (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera etapa de este programa persigue analizar y evaluar la información de los sensores y GPS acoplados a la nueva maquinaria agrícola buscando diseñar nuevos sistemas que contribuyan al perfeccionamiento de los servicios científico técnicos del INICA por unidad mínima de manejo, hasta la fecha la situación es la siguiente:

- **Aplicaciones vinculadas con el control de flota y su equipamiento.** Se logró consolidar un sistema de lectura con los recorridos de las cosechadoras, equipos y su representación gráfica aprovechando el Sistema de Información Geográfica (SIG) de la UEB Jesús Rabí. Los resultados permitieron identificar las violaciones técnicas, desplazamiento inadecuado de máquinas y equipos, identificar al operador que comete la infracción, la hora, día y lugar, así como recorridos fuera de ruta y otros factores que inciden en el índice de consumo de combustible, lo que dio lugar a una disminución del índice de consumo en la zafra 2015/16 a 1,21 litro por tonelada de caña en las cosechadoras y 0,55 litro por tonelada caña en los tractores con un ahorro total de 105 528 litros de diesel. Otra de las aplicaciones permitió elaborar una base de datos con el comportamiento agroindustrial diario de las variedades molidas en las tres últimas zafras, para un modelo de pronóstico que contribuya al perfeccionamiento del Servicio de recomendaciones de Variedades y Semilla (SERVAS). Con la información que brindan los computadores a bordo (AGM) en las combinadas CASE y seleccionando al azar varios campos cosechados, se evaluó la posibilidad de estimar el área real con caña considerando el recorrido reportado y la distancia media entre surcos de cada campo, no obstante el método arroja algunas dificultades por violaciones de los registros y valores de la distancia entre surcos reportada, pero en otros casos fue bastante preciso con errores menores del 3 %, valor aceptable para el nivel de precisión de los GPS utilizados.

- **Control de las máquinas de riego mediante computador y sensores instalados**. Se comprobó la efectividad del computador y los sensores instalados en la máquina de riego No 2, en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Andrés Solano, determinando el tiempo de trabajo regando, parada, moviéndose sin regar, el área regada, el número de vueltas, los metros cúbicos aplicados por hectárea y total, así como otros parámetros de interés para evaluar la eficiencia del riego. La máquina alcanzó un rendimiento de 140 t ha^{-1} de caña con 17 vueltas regando.

- **Análisis de sensores para el control de la profundidad en las labores culturales**. En el diseño experimental de esta técnica, se utilizó un sensor inductivo SENSOMATIC de 12 Volt y posteriormente se procedió a evaluar su posición en un tractor CASE 150, mediante una planchuela acoplada al mecanismo hidráulico, la cual es ajustable para poder controlar la profundidad prefijada con cualquier tipo de implemento integral. Posteriormente se realizó el diseño del reporte en la trama del computador de a bordo para la recogida de la información y los algoritmos de cálculo para su representación gráfica en Mapinfo 10 de Microsoft. El experimento se llevó a cabo en un campo de cinco hectáreas en la labor de surcado para la siembra de caña, regulándose el sensor a 25 cm de profundidad. Los resultados permitieron verificar que el 90 % del área cumplió con la profundidad prefijada, obteniéndose solo variaciones en las cabezas de los campos, calificándose el trabajo como eficiente y demostrando además la utilidad del sistema diseñado.

- **Análisis de sensores de peso como aproximación al mapa de rendimiento**. Uno de los objetivos básicos de la agricultura de precisión es la elaboración del mapa de rendimiento, el cual recoge la variabilidad espacial de este indicador, pero hasta la fecha los numerosos intentos en caña de azúcar no lo han logrado, porque el problema principal sigue siendo el peso exacto de la caña cortada a lo largo del surco. Con este fin se estudió la posibilidad de encontrar un sensor que reflejara el peso de la caña a medida que avanza la cosechadora, para lo cual se fijó la hipótesis de ubicar el sistema en el remolque autobasculante que acompaña a la cosechadora, evitando con ello las complejas situaciones tecnológicas para realizar el pesaje en la cosechadora, combinando dicha información con la de sensores de flujo, velocidad y presión hidráulica para el cálculo del algoritmo que sustenta el mapa de rendimiento. Para ello se instaló el sensor báscula hidráulica RCS PLUS Ravas, acoplado al agregado formado por el semirremolque autobasculante Tracan VTX 10000 con un tractor CASE 150, con resultados satisfactorios. Esto permitirá conocer el peso de la caña cortada en el campo para ajustar por distancia recorrida el mismo y evaluar el nivel de pérdidas de transportación al central.

- **Utilización y evaluación de imágenes multiespectrales con fines agronómicos**. A finales del 2015 se inició un grupo de estudios mediante el uso de vehículos volantes no tripulados o drones utilizando cámaras multiespectrales. A modo de prueba se realizaron dos vuelos a 60 metros de altura obteniéndose imágenes RGB en un sector de la máquina de riego No. 4 en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Dagoberto Rojas, con alto rendimiento y otro en la UEB René Fraga con bajos rendimientos para el análisis comparativo de las fotos obtenidas. Los resultados reflejan que el uso de esta técnica aporta soluciones para el desarrollo de las investigaciones sobre todo por sitio específico y se trabaja en el montaje de áreas piloto para determinación de los índices para la interpretación de imágenes multiespectrales con caña de azúcar en nuestras condiciones.

- **Introducción y evaluación de máquinas para la aplicación georeferenciada de dosis variables.** Para el perfeccionamiento de los servicios científico técnico del INICA, especialmente del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) y del Servicio de Recomendaciones para el Control Integral de Malezas (SERCIM), es fundamental el diseño y evaluación de nuevas máquinas agrícolas dotada con sensores, antena GPS, computador y mecanismos que faciliten la aplicación de dosis variables de fertilizantes y herbicidas de forma georeferenciadas, encontrándose en fase de evaluación dos prototipos de máquinas fertilizadoras y se proyecta introducir una máquina asperjadora de herbicidas dotada con sensores ópticos, que permiten la aplicación diferenciada aplicando los productos solo en las áreas con presencia de malezas dentro de los campos de caña, evitando con ello la aplicación de forma total, con un consecuente ahorro de productos y disminución de los costos (4 y 5).

- **Otras líneas de investigaciones en desarrollo**. Los resultados hasta la fecha reflejan la necesidad de introducir nuevas tecnologías para el levantamiento topográfico de las áreas cañeras que contribuyan a alcanzar una mayor precisión mediante el uso de GPS, así como crear la infraestructura con estaciones

en tierra (GNS activas y RTK), que garanticen la precisión necesaria para los trabajos de auto guiado de equipos agrícolas, trazado y nivelación de sistemas de riego, drenaje, surcado para la siembra, etc. Otra línea de investigación en fase de desarrollo se vincula a la automatización y modernización del riego así como el perfeccionamiento de los sistemas de drenaje aprovechando las potencialidades de las nuevas tecnologías vinculadas a la agricultura de precisión, instalando estaciones meteorológicas automáticas, utilizando sensores fijos y móviles para la determinación del grado de humedad en los suelos, interpretación de imágenes multiespectrales, principalmente utilizando las infrarrojas, así como otros equipos y medios ingenieros automatizados con GPS, buscando el perfeccionamiento del Sistema de Recomendaciones de Riego y Drenaje de la caña de azúcar (SIRIED), junto con la colaboración de otras instituciones de investigación, universidades y firmas extranjeras.

El impacto obtenido con estas investigaciones puede valorarse a través de los resultados alcanzados hasta la fecha en la UEB Jesús Rabí de la Empresa Azucarera Matanzas. Las acciones realizadas han aumentado la producción de caña de 311777 toneladas en el 2009 a 519061 toneladas en el 2015 y los rendimientos cañeros crecieron de 47,1 a 74,3 t ha^{-1} de caña. Paralelamente se observa una disminución sensible de la fuerza de trabajo en la UEB Jesús Rabí, de 656 trabajadores en las actividades de zafra, cultivo, fertilización, preparación de tierra y control de malezas en el 2009 se redujo a 84 trabajadores en el 2015, experimentándose un incremento del salario medio de 1314,63 pesos en el 2009 a 3446,88 pesos en el 2015, consecuente con nuevos sistemas de pago y el aumento de la productividad (1 y 6).

CONCLUSIONES

- La introducción de las nuevas tecnologías y los principios de la agricultura de precisión representan una vía de grandes perspectivas para el diseño y desarrollo de un nuevo modelo de gestión agroindustrial.
- Los resultados hasta la fecha ponen de relieve las potencialidades alcanzables con estas técnicas tanto en el orden económico, científico técnico y ambiental que contribuyen a mitigar las amenazas y deficiencias por la que atraviesa la agricultura cañera cubana.
- Es favorable continuar con el programa de investigaciones planificado y realizar las inversiones necesarias para adquirir los nuevos equipos y medios hasta poder consolidar un modelo cubano de agricultura de precisión en caña de azúcar para su posterior generalización al resto de las empresas azucareras del país.

REFERENCIAS

1. MINAZ. Informe sobre el Proyecto Vitrina. Dirección de Producción de Caña, 2009, Ministerio del Azúcar, documento interno.
2. INICA. Programa para el desarrollo de la agricultura de precisión y climáticamente inteligente en caña de azúcar. Departamento de tecnología Agrícola, 2016. INICA, documento interno.
3. Sulroca Domínguez F. Análisis y evaluación de las nuevas tecnologías agrícolas introducidas para elevar la producción de caña de azúcar como aproximación a una agricultura de precisión. Protocolo de Proyecto de Investigación del Programa CITMA "Agroindustria azucarera". 2015. INICA.
4. Vicini, L. Uso de sensores ópticos para la aplicación sitio-específica de herbicidas en caña de azúcar. Actualización Técnica nº10, 2011. Ediciones INTA. Argentina.
5. Rodríguez, R.A *et al*. Agricultura de precisión aplicada en pulverizaciones terrestres sobre malezas en el cultivo de la caña de azúcar. Actualización Técnica nº8, 2012. Ediciones INTA. Argentina.
6. UEB APA Jesús Rabí. Informe de los resultados económicos productivos de la campaña 2015/16. Departamento de Economía. UEB Jesús Rabí, 2016, Empresa Azucarera de Matanzas, documento interno.

NUEVO CULTIVAR DE CAÑA DE AZÚCAR ADAPTADO AL CAMBIO CLIMÁTICO

NEW SUGARCANE CULTIVAR ADAPTED TO CLIMATE CHANGE

Autores: Díaz, F. R.[1*], Aday, O.[1], Gómez, J. R. [1], Reyes, C. [1], Reyes, Susana [1], Machado, L.F. [1], Rodríguez, A.. [1], Barroso, J. [1], García, J. [1], Flores, Y [1], García, H. [1], Mesa, J. M.

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE Km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba. C.P. 19390, email: felix.mujica@inicavc.azcuba.cu. Teléfono.42 452178.

RESUMEN

Un nuevo cultivar de Caña de Azúcar (C97-233) se recomienda a los productores cañeros, para que sea extendido en condiciones de estrés por déficit hídrico, que representa aproximadamente el 40 % del área cultivable del territorio central. Este cultivar proviene del resultado final del trabajo realizado con los recursos fitogenéticos para este tipo de condiciones. Se adapta a los suelos de baja fertilidad y escasa retención de humedad. La propuesta se avala por los resultados de la etapa final de regionalización y de validación practicado con los mismos, así como por los estudios de calidad de los jugos efectuados y los ensayos de resistencia bajo condiciones de inoculación artificial.

PALABRAS CLAVE: Caña de Azúcar, cultivar, cambio climático, estrés

ABSTRACT

A new sugar cane cultivar (C97-233) is recommended for sugar cane producers, to be exploited under conditions of stress due to water deficit, that it represents 40% of the arable area of the central territory approximately. This cultivar comes from the final result of the work done with the plant genetic resources for this type of conditions. It adapts to low fertility soils and poor moisture retention. The proposal is endorsed by the results of the final stage of regionalization and extension with the same, as well as the quality studies of the juices carried out and the resistance tests under conditions of artificial inoculation.

KEY WORDS: Sugarcane, cultivar, climate change, stress.

INTRODUCCIÓN

Como la caña de azúcar se cultiva en lugares donde se combinan factores limitantes, no queda más alternativa que emplear la diversidad varietal que se adapte a las circunstancias reales y cambiantes (1). Las condiciones edafoclimáticas aceptables para el cultivo de la caña de azúcar son relativamente variables, sobre todo lo que respecta a suelos y régimen de lluvias, de este modo la única posibilidad que se dispone para aprovechar esas diferencias es la combinación de cultivares.

También existen otros elementos que obligan a buscar heterogeneidad varietal como son: la duración del período de cosecha, las plagas y enfermedades y condiciones adversas; por lo tanto las variedades rústicas cobran mucha importancia para estas situaciones y es la razón de su existencia. El presente trabajo tiene por objetivo sustentar técnicamente la decisión de impulsar la plantación del cultivar C97-233 en regiones adversas para el cultivo de la zona central (2), con marcadas diferencias en la manifestación de variables climatológicas fundamentalmente la lluvia, la hace una región extremadamente difícil para el mejoramiento genético, pues este debe responder a muy variadas condiciones específicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En dos de los principales agrosistemas cañeros del territorio---Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) y Bloque Experimental Espartaco---se montaron ensayos replicados con diseños de bloques al azar, con 5-7 repeticiones y testigos de referencia destacados en cada localidad. Se realizaron evaluaciones morfo-fisiológicas a través de los diferentes ciclos de plantación y cosecha, así como la calidad

de los jugos. De esta manera se conformó una Base de Datos con varias cosechas que sirvieron de plataforma estadística a los estudios para recomendar cultivares para su explotación comercial.
Por su parte el grupo de Protección de Plantas acometió el estudio de las principales plagas y enfermedades del cultivo, a través de ensayos de campo e inoculaciones artificiales para determinar la tolerancia del cultivar a las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FICHA TECNICA PARA LA RECOMENDACIÓN DEL CULTIVAR

- **Denominación del Cultivar:** C97-233
- **Progenitores:** SCL 18 X Ja64-11
- **Centro de mejoramiento donde se obtuvo:** ETICA Centro Villa Clara
- **Características agrobotánicas:**

Tallo de color verde con visos amarillentos, de 305 cm de altura y 2.9 cm de diámetro como promedio, de buena calidad interna, sin meollo. Entrenudo de forma conoidal, con abundante banda cerosa y disposición en zig-zag. Follaje de color verde intenso con 9-10 hojas activas erectas y vainas verdes.

Fig. 1. Disposición entrenudo en zig-zag

Fig. 2. Yema pequeña, obovada

- **Características Agroproductivas**

Cultivar de rápida brotación, promediando más del 45% en plantaciones de primavera y de 60% en frío con respecto a yemas plantadas, cierre de campo temprano, crecimiento oblicuo y despaje regular. Población entre 8.12-8.75 tallos por metro cuadrado y no presenta floración.

Tabla I. Fecha de plantación y cosecha recomendada.

Plantación	Cosecha	Edad (meses)	Tipo Suelo
Julio – Septiembre	Febrero – Marzo	17-19	Pardos s/carbonatos

- **Resistencia a plagas y enfermedades. Pruebas Artificiales**

Tabla II. Tolerancia a plagas y enfermedades

Plaga	Nombre Científico	Reacción
VMCA	*Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar*	**AR**
Carbón	*Sporisorium scitamineum (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.)*	**R**
Escaldadura	*Xanthomonas albilineans (Sabih) Dowson*	**AR**
Roya	*Puccinia melanocephala H. and P. Sydow) en foco de infección.*	**AR**
Bórer	*Diatrae saccharalis*	**R**

Simbología: AR: Altamente Resistente **R**: Resistente

➢ **Características de la calidad.**

Contenido de fibra entre 12.80 y13.02% en dependencia de la cepa y edad. Su época de maduración puede definirse como temprana a intermedia, siguiendo un desarrollo ascendente desde febrero hasta marzo, donde alcanza el pico máximo, comenzando a descender desde mediados de abril hasta mayo, resultados comparables con el testigo C86-12. (3).

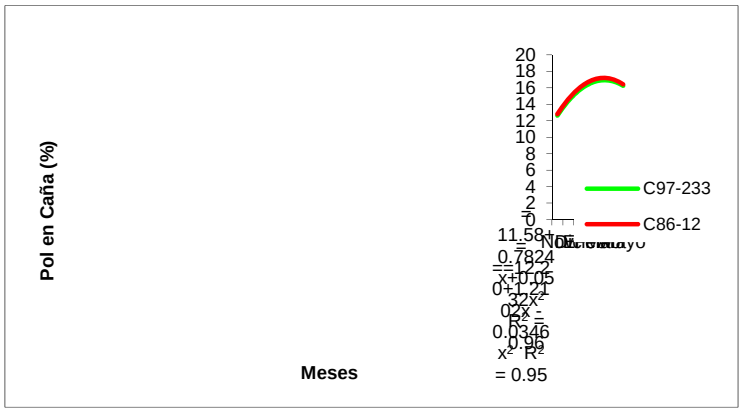
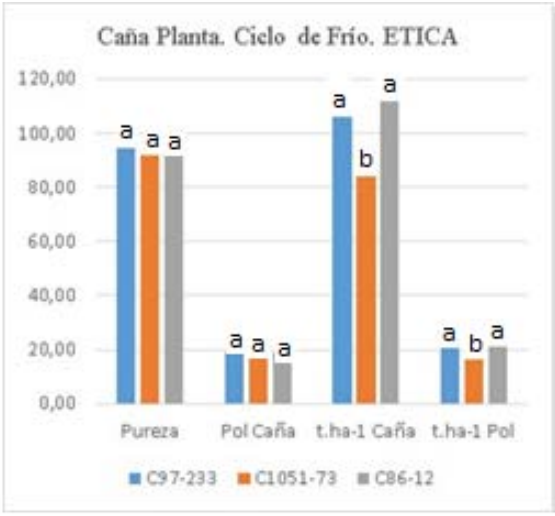


Fig. 3. Dinámica de maduración.

➢ **Resultados productivo.**

Como puede ser apreciado en la Fig.4 a Fig.7, el cultivar recomendado alcanza valores similares a los testigos de referencia, en las principales variables agroazucareras, como toneladas de caña por hectárea (t.ha-^{1} Caña), toneladas de pol por hectárea ((t.ha-^{1} Pol) comparado con C86-12 y las de calidad de los jugos como Pol en Caña y pureza, comparado con C1051-73 de alto contenido azucarero (4).



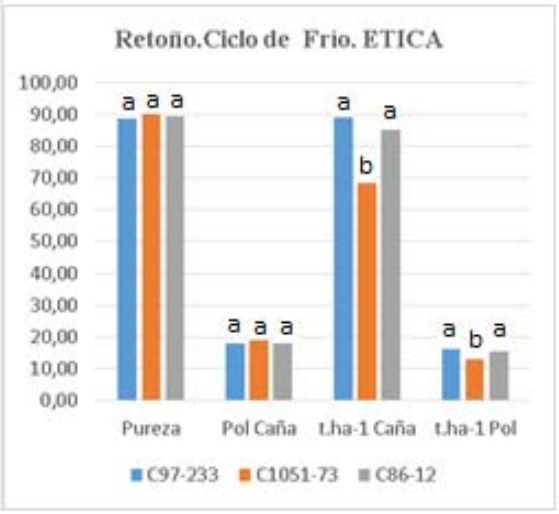


Fig. 4. Principales variables estudiadas en Caña Planta ETICA

Fig.5. Principales variables estudiadas en Caña Retoño ETICA

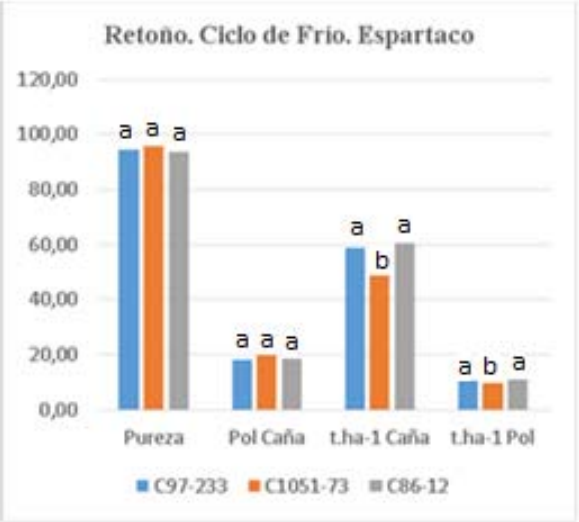


Fig. 6. Principales variables estudiadas en Caña Planta Espartaco

Fig.7. Principales variables estudiadas en Caña Retoño Espartaco

CONCLUSIONES

- Sustentado sobre la base de los resultados informados se puede concluir que es posible la plantación del cultivar C97-233 en regiones adversas para el cultivo de la zona central.

REFERENCIAS

1. Gálvez, G; Rodríguez, R.; García, H.; Mesa, J. M. y González, A. La interacción genotipo-ambiente en el mejoramiento de plantas: la caña de azúcar. Memorias. Diversificación, 2015.
2. Díaz, F.R.; Aday, O.; Reyes, Susana: Nuevo cultivar de caña de azúcar para condiciones adversas. Forum Municipal Ranchuelo.2015.
3. Díaz, F.R.; Aday, O.; Reyes, Susana: Trascendencia y perspectivas del fitomejoramiento en la región central del país. Memorias. Diversificación, 2015a.
4. Mesa, J. M.; Gómez, J. R.; Díaz, **F. R.;Aday, O.;** María Manresa y Yulexi Gil: XXI Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal. (Revista Cuba & Caña, Suplemento Especial, 2016, 57p.).

ANALISIS DE METODOLOGIAS DE COMPETITIVIDAD PARA LA DIVERSIFICACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

ANALYSIS OF COMPETITIVENESS METHODOLOGIES FOR SUGAR INDUSTRY DIVERSIFICATION

N Aguilar-Rivera[1], A Herrera-Solano[1], M Enriquez-Poy [2] and I Gomez-Juarez[2]

[1]*Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Córdoba, Veracruz, México*;

[2]*Grupo MOTZORONGO, México*

* naguilar@uv.mx (autor para la correspondencia)

RESUMEN

La revisión de la literatura sobre el azúcar es amplia y extensa. Sin embargo, la temática de competitividad de la agroindustria azucarera, es poco frecuente. La producción de azúcar depende de tres elementos fundamentales: cantidad y calidad de la caña industrializada, rendimiento en fábrica, y capacidad instalada y aprovechada de los ingenios azucareros. Sin embargo, el análisis de los factores productivos que inciden en su competitividad se ha llevado a cabo empleando solo los tres indicadores individuales anteriores sin considerar factores internos a los propios ingenios que determinan su competitividad, productividad, capacidad para diversificarse, rentabilidad y otros. El presente trabajo evaluó los factores de competitividad de la diversificación productiva mediante el uso de diversas metodologías de análisis Benchmarking: FODA, PESTLE, y diamante de Porter. Los resultados indican sistemáticas acciones de planeación, arreglos institucionales e iniciativas gubernamentales para incrementar la rentabilidad, productividad y competitividad de los proyectos de diversificación.

PALABRAS CLAVE: Competitividad, subproductos, derivados, industria azucarera

ABSTRACT

The literature review on sugar is broad and extensive. However, the competitiveness of sugar industry is rare. Sugar production depends on three elements: the amount and quality of the industrialized sugar cane, sugar mill yield, and the installed capacity and crushing *capacity* in sugar mills. However, the analysis of production factors affecting their competitiveness has been carried out using only the three previous individual indicators without considering the internal factors the sugar mills themselves that determine their competitiveness, productivity, diversification, profitability, and others. This paper evaluated the competitiveness factors of productive diversification using different benchmarking methodologies for analyzing sugarcane agribusiness system SWOT, PESTLE, and Porter Diamond. The results indicate systematic planning actions, institutional arrangements and government initiatives to increase the profitability, productivity and competitiveness of diversification projects.

KEY WORDS: Competitiveness, by-products, derivatives, sugar industry

INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera se encuentra en la dinámica general de los sistemas agroalimentarios, energéticos, la industria química, los espacios geoeconómicos, el mercado y las regulaciones nacionales e internacionales derivadas de la globalización y la competitividad.

La competitividad puede basarse en tecnología, en precios de insumos, en la capacidad innovadora y en convertir ventajas comparativas en competitivas en términos de escala y composición de la producción, usos de subproductos, diversificación y reconversión productiva, aspectos ambientales y de cambio climático, bioeconomia, las experiencias acumuladas, el grado de especialización vertical, conocimiento e I+D+I [1].

La diversificación de la industria azucarera es compleja y se ve limitada tanto por condiciones biofísicas y socioeconómicas. Están involucrados múltiples actores con diferentes objetivos, estrategias y percepciones. Muchos trabajos han demostrado el potencial de la industria de la caña de azúcar como una biorefinería y la utilización sostenible de los subproductos como materia prima en lugar de residuos a tratar. Sin embargo,

pocos estudios se ha focalizado, a través de la integración de indicadores productivos de un ingenio azucarero, campo cañero y regulaciones institucionales, a cómo este potencial podría lograr transformar un ingenio azucarero convencional, en una planta diversificada eficiente que contribuya a reducir el consumo de energía fósil y alcanzar la competitividad [2].

MATERIALES Y MÉTODOS

Gelübcke y Stoever [3] y Fankhauser et al., [4] propusieron un nuevo enfoque para la economía verde del tradicional de Porter [5] para analizar los cinco factores determinantes de la competitividad en el mercado en el cual la firma compite: la tecnología, los atributos de los insumos, economías de producción, la diferenciación de producto y otros factores externos como subproductos. Así mismo concluyen la necesidad de enfoques y metodologías trasnsdisiciplinarios El objetivo de este trabajo es aplicar el diamante de Porter y las metodologías PESTLE y FODA en el análisis de la diversificación de la agroindustria azucarera

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La competitividad es un concepto multidimensional que involucra la capacidad para exportar bienes, el uso eficiente de los factores de producción y de los recursos naturales, usos de subproductos y el incremento de la productividad, el cual garantiza la elevación en el nivel de vida y el diseño de estrategias internacionales se basa en la interacción entre las ventajas comparativas de los países y las ventajas competitivas de las empresas" Kogut, [6]. Sin embargo en la mayoría de los países azucareros el concepto de competitividad es referido solamente hacia la producción de caña, azúcar y etanol y la legislación ambiental, el resto de factores limitantes de la competitividad no son analizados.

Los métodos utilizados son el análisis FODA (fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas), el análisis PESTLE (P factores políticos que influyen en el ambiente productivo, E factores económicos, S influencias sociales, T tecnológicos, L factores legales y E de medio ambiente y ética) y el modelo de diamante de Porter (Banerjee 2005) considerando factores de la industria azucarera a nivel Mundial (tablas I a III).

Tabla I. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Infraestructura civil y de ingeniería establecida Educación, mano de obra calificada Costo de mano de obra barata, Redes nacionales de I + D + I Demanda interna creciente Extensas zonas de cultivo de caña de azúcar, que al incrementar su productividad, son una fortaleza a largo plazo Los ingenios generan su propia energía eléctrica I+D+I en proyectos de diversificación KOWN HOW en derivados de la caña	Uso diferenciado y de valor agregado de la sacarosa La diversificación en el sector energético. Autosuficiencia de caña de azúcar, azúcar y etanol mediante la reconversión y diversificación de áreas cañeras de bajo rendimiento e ingenios Reingeniería administrativa. Eliminación de quema de cañaverales y Mercados de carbono y desarrollo limpio Certificación de procesos mediante normas internacionales Subproductos abundantes	Bajos servicios de infraestructura La naturaleza perenne del cultivo. Escasa generación de valor agregado Dependencia de insumos y equipos importados El intervencionismo estatal en toda la cadena del azúcar. Altos costos de producción Limitado acceso al crédito y servicios de capacitación Programas de desarrollo de variedades no está bien establecido así como la producción intensiva de etanol y la cogeneración Baja cultura de proyectos de diversificación	Bajo nivel de estándares de calidad internacional, Desastres climáticos por huracanes, heladas y sequias Competencia en el mercado de productos establecidos (edulcorantes no calóricos y HFCS) Limitaciones de capital para el desarrollo de los derivados de la caña Proyectos de etanol basados en maíz y sorgo dulce

Tabla II. Análisis PESTLE

Factores políticos	Los gobiernos influyen directamente en el rumbo de la agroindustria, precios de venta de la materia prima y de los productos finales a través de las leyes vigentes. Actualmente la política es hacia el etanol en los precios de venta y a través de la reglamentación del contenido de etanol en la gasolina, un imperativo político de azúcar y la cogeneración como proyectos de diversificación	**Factores tecnológicos**	El azúcar se ha convertido en una industria inercial con el cultivo y procesamiento y no ha logrado integrarse en diferentes lugares al igual que un complejo petroquímico. No se han ampliado las actividades de I+D+I en las áreas que la industria necesita como bioenergía, abonos, fermentaciones y certificaciones
Factores económicos	La cadena de diversificación del azúcar está vinculada al sector alimentos, papel, fermentaciones y alimentos pecuarios; los productos finales tiene altos de producción y son débiles ante la competencia internacional de productos similares como los bioplasticos y los bioproductos	**Factores legales**	La legislación no establece incentivos a la producción diversificada basada en la caña de azúcar, los proyectos de cogeneración y etanol aún se tratan ligeramente en la mayoría de las leyes
Factores sociológicos	La inestabilidad y las opciones alternativas de producción agrícola y diversificación son limitadas por lo tanto no se han creado un número significativo de empleos directos e indirectos	**Factores ambientales y éticos**	El esquema tecnológico se basa en el monocultivo, la especialización por regiones y por productores, no existe rotación e intercalamiento de cultivos; usos de compostas derivados de subproductos cañeros, la mayoría de las zonas cañeras tiene problemas edáficos como la erosión, agotamiento de nutrientes, principalmente N y reducción del pH y materia orgánica derivado de la quema que han incrementado la dependencia de insumos y los costos de producción.

Tabla III. **Análisis del Diamante de Porter de la diversificación de la industria azucarera**

Condiciones de los factores	Gran superficie a nivel mundial para el cultivo La falta de fertilidad del suelo y materia orgánica Cambio climático y ENSO I+D+I para mejorar las variedades de caña de azúcar y la creación de la tecnología propia para aprovechar el Etanol combustible y otros bioproductos a partir de la caña de azúcar y la cogeneración Mejoramiento genético para nuevas variedades energéticas Infraestructura deficiente, la industria es obsoleta e ineficiente y contaminante y diseñada solo para azúcar, la práctica de quema de la caña para la zafra está extendida y los residuos de cosecha se usan marginalmente en la alimentación pecuaria, costos de producción elevados, el desempeño competitivo y de capacidad de diversificación actual del sector es muy inferior a su potencial	**Estrategias, estructura de la empresa y rivalidad**	La competencia se plantea en el sector de la transformación por la naturaleza estacional de la cosecha de la caña de azúcar para maximizar el rendimiento del cultivo y azúcar diferenciación de productos de insumos de recursos naturales de poco valor (compostas, aguardiente, mieles, panela etc.) algunos de baja diferenciación y valor agregado al azúcar Para el etanol, la estrategia se basa en el alto precio de la gasolina, menos costoso combustible renovable en el mundo, el uso de etanol se traduce en reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, no existen estrategias comerciales, el enfoque es hacia la oferta y no hacia el consumidor con baja diferenciación y diversificación
Condiciones de la demanda	Las condiciones del mercado interno no han desempeñado un papel importante en la diversificación hacia otros productos derivados La demanda por parte de los fabricantes de alimentos de bebidas gaseosas, chocolates, helados, galletas y pastas representa el sector consumidor de azúcar. El restante es directamente consumido en los hogares los subproductos no se industrializan en gran escala.	**Papel de la Oportunidad**	La Crisis económica mundial y del petróleo y el impacto del tipo de cambio convierte el azúcar de varios países como potencial materia prima de la sucroquimica y las biorefinerias y los residuos de cosecha en la lignoquimica
Industrias relacionadas y de apoyo	Un reducido número de ingenios azucareros esta certificado en sus procesos industriales, El sector primario depende fundamentalmente de pocas variedades de caña, la investigación en usos alternos y de alto valor agregado en subproductos es precaria, la industrialización de subproductos es limitada, la mayoría de los ingenios los comercializa a otras empresas como el caso de las melazas, los proyectos de etanol y cogeneración están limitados	**Rol del gobierno**	Las políticas públicas pueden mejorar la ventaja competitiva del sector e impulsar la transformación de la industria azucarera en biorefinerias sin embargo en la mayoría de los países no se han creado las condiciones para mejorar la competitividad de la agroindustria azucarera y la diversificación y hay problemas en infraestructura

CONCLUSIONES

Los instrumentos metodológicos empleados lograron determinar que las empresas azucareras a nivel mundial solamente podrán alcanzar la competitividad internacional a través de 1) una productividad cañera sostenible, 2) diferenciación de productos en base a azúcar, etanol y diversos derivados de los subproductos como melazas, cachaza, cenizas y vinazas, 3) eficiencia generada a partir de sus recursos y capacidades, 4) reconversión a biorefinarias, sucroquimica y alcohoquimica, 5) alta eficiencias energeticas basadas en el bagazzo o residuos de cosecha como combustible generadas en la industria, 6) estrategias de I+D+I con universidades, minimizando los efectos socio-políticos, 7) legislacion gubernamental para crear el ambiente competitivo y 8) utilizando los equipos existentes, infraestructura, y la creciente especialización derivado de la potencial demanda que tendrán los derivados de la caña en el mundo en los que se han propuesto esquemas de diversificación que van desde el menor hasta el mayor valor agregado desde 1970 a la fecha. La información que generaron estas metodologías se puede aplicar en los complejos procesos hacia la toma de decisiones en la transicion de los procesos de diversificación y biorefinerias

REFERENCIAS

1. Aguilar-Rivera, N. (2012). Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. *Convergencia*, *19*(59), 187-213.
2. Aguilar Rivera, N. (2014). Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México. *Nova scientia*, *6*(12), 125-161.
3. Gelübcke, W., John, P., & Stoever, J. (2016). Environmental regulation and sustainable competitiveness: Evaluating the role of firm-level green investments in the context of the Porter hypothesis
4. Fankhauser, S., Bowen, A., Calel, R., Dechezleprêtre, A., Grover, D., Rydge, J., & Sato, M. (2013). Who will win the green race? In search of environmental competitiveness and innovation. *Global Environmental Change*, *23*(5), 902-913
5. Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition* (Vol. 76, No. 6, pp. 77-90). Boston: Harvard Business Review.
6. Kogut, B. (1985), Designing Global Strategies: Comparative and Competitive Value-Added Chains, Sloan Management Review 6(4):15-28.
7. Banerjee, S. (2005). International Competitiveness and Sugar Strategy Options in Australia, Brazil and the European Union. *International Journal of Business Studies*, *13*(1), 39-66.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RESINAS FURÁNICAS: EXPERIENCIAS Y RESULTADOS
TECHNOLOGY TRANSFER OF FURANIC RESINS: EXPERIENCES AND RESULTS

Autores: Ramos, I.*, Gómez, A., Cordovés, M., Pérez, I., Lorenzo, M.

Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
* e-mail: **irma.ramos@icidca.azcuba.cu**

RESUMEN

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, a partir de los resultados alcanzados en sus 53 años de fundado ha desarrollado diferentes tecnologías, que tienen un impacto técnico-económico en el sector azucarero.

En el trabajo se exponen experiencias y resultados obtenidos con la transferencia de tecnologías desarrolladas por el ICIDCA para la producción de Resinas Furánicas en la Planta situada en la Provincia cubana de Cienfuegos, perteneciente a la Empresa de Servicios Técnicos subordinada al Grupo Azucarero, AZCUBA.
PALABRAS CLAVE: Transferencia de tecnología, resinas furánicas, Planta de Cienfuegos.

ABSTRACT

The Cuban Research Institute on Sugarcane Byproducts, ICIDCA, based on the results achieved in its 53 years of founding, has developed different technologies, which have a technical and economic impact in the sugar sector.

This paper presents experiences and results obtained with the transfer of technologies for the production of Furanic Resins in the Cienfuegos Plant, belonging to the Technical Services Company, subordinate to sugar group AZCUBA.
KEY WORDS: Technology transfer, furanic resins, Cienfuegos plant

INTRODUCCIÓN

La innovación y el conocimiento, son actualmente los principales factores que determinan la competitividad de las empresas, por ello es fundamental la capacitación y el uso del conocimiento en la producción de bienes y servicios, por lo que el dominio de las tecnologías es un factor clave en los negocios y en el crecimiento económico de la institución y del país.

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar**,** ICIDCA, a partir del año 2014 pasa a un esquema empresarial y por ende, se hace necesario cerrar el ciclo de I+D+i en los proyectos, con la finalidad de obtener ingresos que permitan potenciar el desarrollo del Instituto, mediante servicios científico-técnicos y transferencias de tecnologías autóctonas.

El ICIDCA ha desarrollado varías tecnologías de fabricación de resinas furánicas de interés para entidades de AZCUBA y la empresa ZETI ha asumido la asimilación de dichas tecnologías, mediante un proceso de transferencia tecnológica.
Entre los objetivos del trabajo se encuentran:

- Exponer las experiencias y resultados alcanzados con la transferencia de las tecnologías de fabricación de las Resinas Furánicas desarrolladas por el ICIDCA, para su producción en la Planta de Resinas de Cienfuegos y que sirva como referencia para otras transferencias que realice la entidad.

- Proponer soluciones para incrementar y mejorar la transferencia de las tecnologías desarrolladas por el ICIDCA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente figura aparecen las etapas del ciclo de la transferencia de tecnología, el cual es complejo y en el cual no sólo incide el Licenciante (poseedor de la tecnología) sino que requiere una activa participación del Licenciatario (receptor de la tecnología) durante todo el proceso de asimilación de la tecnología**.** El ICIDCA durante varios años de investigación transitó por las etapas desde la Investigación hasta el desarrollo de productos, cerrando el ciclo hasta la producción mediante la transferencia tecnológica hacia la empresa ZETI [1].

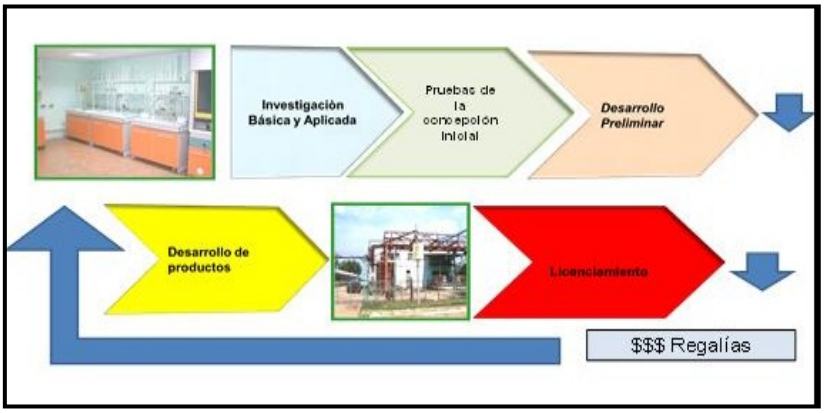


Fig. 1 Etapas de la transferencia de tecnologías [2]

La transferencia de tecnologías para la Planta de Resinas (Fig.2), perteneciente a la Sucursal ZETI (Empresa de Servicios Técnicos) en la provincia Cienfuegos, permite la producción de las siguientes resinas y sus derivados[3]:

FAM: Resina furano –epoxídica, a partir del furfural, matriz de las composiciones poliméricas FURAL, se utiliza en soldaduras metálicas en frío, aditivos para pinturas y recubrimientos.

FURAL RI-100: A partir de la resina FAM, la cual se utiliza para el acondicionamiento de piscinas, pisos tecnológicos, pisos de cocinas, neveras, entre otras aplicaciones.

MORTERO: A partir de la resina FAM, se utiliza en la hermetización de depósitos de hormigón, metálicos, madera, plásticos, de cartón, pisos, mesas, etc.

FL: A partir del alcohol furfurílico, se emplea en la fabricación de artículos de plásticos reforzados con fibras de vidrio (PRFV) para tanques y tuberías en la elaboración de convertidor de óxido, en recubrimientos especiales anticorrosivos, etc.

FURANICID VII: A partir del alcohol furfurílico se recomienda para la fundición no ferrosa y ferrosa de bajos espesores, entre otras aplicaciones.

PB-20: Resina Urea p-formaldehido se utilizará para mejorar la adhesividad de pinturas base cal (lechadas) sobre las paredes.

FASOL: Líquido impregnante para el tratamiento protector preventivo de madera.

Las resinas, inicialmente destinadas a entidades de AZCUBA, permitirán obtener:

A corto plazo:

- Pinturas de cal mejorada.
- Formulaciones de morteros secos con aditivo (resina) .
- Sustituir parcialmente componentes importados para la producción de pinturas anticorrosivas y de convertidor de óxido.
- Impregnantes protectores de madera.

- La matriz FAM para la producción de soldaduras metálicas en frío y recubrimientos especiales de la línea FURAL.
- Aglutinantes de arenas de fundición.
- Generar empleos directos.
- Elevar la rentabilidad económica de la Empresa.
- Satisfacer las demandas del Grupo Azucarero AZCUBA.

A largo plazo:

- Ampliar la cartera de clientes a otras entidades del país entre las que se encuentran: la Industria del Níquel de Moa, la Industria Láctea, los Servicios Portuarios, entre otros.
- Potenciar fondos exportables.

Fig. 2 Planta de Resinas Furánicas Empresa ZETI. Provincia Cienfuegos y productos de la línea Fural

.

La transferencia de tecnologías para la Planta de Resinas, perteneciente a la Empresa de Servicios Técnicos en la Provincia de Cienfuegos, ha permitido obtener las siguientes experiencias:

Experiencias obtenidas: Positivas

- ❑ Negociación del contrato y del acta de confidencialidad.
- ❑ Vinculación de los equipos de trabajo de ambas Instituciones para la concepción de la instalación y revisión de la planta de resinas instalada en la UEB Amancio Rodríguez para su traslado a Cienfuegos.
- ❑ Apoyo permanente en envío de información necesaria para elaboración de la ingeniería conceptual.
- ❑ Realización de intercambios para revisión de los documentos de ingeniería.
- ❑ Trabajo conjunto en revisión y selección de ofertas de equipos y materias primas.
- ❑ Cumplimiento de los compromisos de pago, según las etapas pactadas.
- ❑ Trabajo conjunto en revisión del avance del montaje de la planta.
- ❑ Alto interés de la parte inversionista en cumplir el cronograma previsto**.**

Experiencias obtenidas: Negativas

- ❑ Retrasos en entrega de algunos insumos y equipos por AZUIMPORT – AZUMAT, por dilación en compra, entre otros aspectos.
- ❑ Retraso en el cronograma de ejecución de la inversión durante la construcción de la planta, por traslado ocasional de las brigadas a reparaciones en los ingenios de alta prioridad.
- ❑ Dificultades y retraso en la entrega de la información económica financiera.

Producto de la inversión de una Planta para la producción de 345 toneladas de polímeros furánicos al año, en la modalidad de Licencia de Uso de la Tecnología desarrollada por el ICIDCA, donde el destino e impacto de estos productos está dirigido a la actividad de mantenimiento industrial, fundamentalmente a aquellas áreas donde tiene un peso importante la recuperación de piezas y la protección anticorrosiva, con el consiguiente efecto técnico y económico al sustituir parcialmente importaciones, así como potenciar los fondos exportables.

Para garantizar la transferencia de tecnologías se deben tener en cuenta como aspectos fundamentales:

- Disponer de la Ingeniería Conceptual y Básica.
- Elaborar los contratos con la calidad requerida, firmados en el momento oportuno, dándole seguimiento a su cumplimiento.
- Tener identificado el mercado para la comercialización de los productos.
- Disponer del Estudio de Factibilidad Técnico-Económica.
- Tener el Plan de Preparación del Capital Humano para asegurar el proceso de transferencia hasta su puesta en marcha.
- Dar seguimiento y agilizar las acciones para el registro de los nuevos productos, para su introducción en el mercado nacional y en el exterior.
- Garantizar la calidad de los productos, para no tener devoluciones que conllevan gastos de reproceso y pérdida de su imagen.

CONCLUSIONES

La transferencia de tecnologías de fabricación de Resinas Furánicas a la Planta de Resinas de Cienfuegos ha permitido contar con nuevas experiencias que contribuirán a continuar perfeccionando esta actividad en el ICIDCA.

La transferencia de tecnologías de Resinas Furánicas a la Planta perteneciente a la Empresa de Servicios Técnicos, ZETI en la Provincia de Cienfuegos ha permitido contar con nuevas experiencias que contribuirán a continuar perfeccionando dicho proceso en el ICIDCA.

Ser flexible y proactivo deben ser características del ICIDCA en los escenarios futuros, haciendo del mercado su principal fuente de ingresos, a través de una adecuada gestión de la innovación, que permita convertir sus activos intangibles en tecnologías, productos y servicios de alto impacto social y económico, que contribuyan a mejorar el medio ambiente, así como potenciar la sustitución de importaciones y elevar las exportaciones**.**

REFERENCIAS

1. Contrato No. 108 / 2015 de Licencia de uso de tecnología para la fabricación de Resinas Furánicas.

2. Ritter dos Santos, Marli Elizabeth, (2015) Conferencia sobre Cadena de valor global, la transferencia de tecnología y la propiedad industrial. Experiencia práctica, impartida en el Seminario Internacional La Propiedad Industrial y la Transferencia de Tecnología celebrado en Cuba en abril del 2015.

3. Pérez Bermúdez, I., Garrido Carralero N., Gómez Estevez, A., Cordovés Herrera, M. Ingeniería Conceptual. Instalación de Planta de Resinas en la Planta de Cal de Cienfuegos. Informe interno ICIDCA, 2014.

CONSECUENCIAS DEL INCUMPLIMIENTO EN EL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE UNA INVERSIÓN

IMPLICATIONS OF NON-COMPLIANCE IN THE SCHEDULE FOR THE IMPLEMENTATION OF AN INVESTMENT

Autor (es): Salermo, M.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA.
martha.salermo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se calculan los indicadores económicos y financieros de una inversión en dos etapas de su desarrollo, en el cual ha sido necesario actualizar los estudios de factibilidad debido a la dilatación del período de ejecución de la inversión con respecto a la concepción original.

Se destacan como consecuencias de esta situación el incremento en el costo de inversión, el deterioro de los indicadores económicos y financieros y el efecto negativo sobre la sustitución de importaciones.

PALABRAS CLAVE: inversión, cronograma de ejecución, indicadores económicos.

ABSTRACT

The indicators are calculated economic and financial investment in two stages of its development, in which it has been necessary to update the feasibility studies, due to the dilatation of the period of implementation of the investment with respect to the original conception.

Stand out as consequences of this situation, the increase in the cost of investment, the deterioration of the economic and financial indicators and the negative effect on the substitution of imports.

KEY WORDS: investment, implementation schedule, economic indicators

INTRODUCCIÓN

Decidida la ejecución de una inversión para la producción de bioproductos aplicables en la agricultura, realizados los gastos previos en las actividades indicadas (estudio de mercado, ingeniería básica, análisis y captación de los equipos necesarios, estimado del costo del equipamiento, un primer estudio de factibilidad) y programado el cronograma de ejecución, se presentan dificultades en los cumplimientos de algunos contratos y en las posibilidades de suministro de los equipos.
De una concepción original para un cronograma de ejecución de 18 meses, a los dos años se decide dilatar el cronograma dos años más, lo que representa un período total de cuatro años para la ejecución de la inversión. Realizado un segundo estudio de factibilidad se aprecian los resultados no satisfactorios en los indicadores económicos y financieros de la evaluación de la inversión.

Las monedas involucradas en el desarrollo de este trabajo son el USD y la MT o Moneda Total, que es la suma del costo o precio interno más el costo o precio en divisas, llevado por la tasa de cambio correspondiente, a la moneda nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza un segundo estudio de factibilidad, como actualización del primero, teniendo en cuenta las orientaciones del Organismo correspondiente, con el fundamento jurídico que establece la legislación vigente en Cuba (1). De esta forma se calcula el nuevo costo de inversión, se actualizan los ingresos por ventas de acuerdo a los nuevos precios (2) de los productos a comercializar y se establecen los nuevos costos de operación. Se calcula, como ejemplo, el efecto dejado de producir en la sustitución de importaciones por el atraso en la producción, ya planificada, de uno de los bioproductos (2).

La empresa comercializadora y suministradora de los equipos pendientes de adquirir, actualiza los precios de los mismos de acuerdo a la fórmula de actualización del dinero en el tiempo:

$$P = F / (1+i)^n = f \times F$$

Donde:
P = Valor actual
F = Valor futuro
i = Interés = 0,12
n = Años transcurridos

El cálculo de los indicadores VAN (Valor actualizado neto) y TIR (Tasa interna de rendimiento) se realiza con las funciones de Excel. El PR (período de recuperación de la inversión) se calcula con la siguiente fórmula:

$$PR = Nt + (SA1/(SA1+SA2)) – Ni$$

Donde:
PR = Período de recuperación de la inversión
Nt = Número total de años con saldo acumulado negativo, incluyendo los de ejecución de la inversión
SA1 = Valor del último saldo acumulado negativo
SA2 = Valor del primer saldo acumulado positivo
Ni = Número de años de período de ejecución de la inversión

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan tabulados a continuación:

Tabla I. Costo de inversión con 18 meses de ejecución. Primer estudio de factibilidad aprobado

PARTIDAS	MMT	MUSD
Construcción y montaje	1962,36	994,00
Equipos	3700,00	3236,00
Otros	1033,00	70,00
Total	**6695,36**	**4300,00**

Tabla II. Costo de inversión con 4 años de ejecución. Segundo estudio de factibilidad aprobado

PARTIDAS	MMT	MUSD
Construcción y montaje	4539,91	1464,98
Equipos	4625,00	4045,00
Otros	1050,00	85,00
Total	**10214,91**	**5594,98**

Tabla III. Comparación de indicadores económicos y financieros entre ambas situaciones

CONCEPTO	1er. EFTE	2do. EFTE	DIFERENCIA
Costo de inversión (MMT)	6695,36	10214,91	(3519,55)
VAN (MMT)	107402,71	341,65	107061,06
TIR (%)	113,37	39,11	74,26
Período de recuperación (Años)	1	4	(3)

Uno de los bioproductos a producir en la planta objeto de la inversión analizada, es el Gluticid, que se emplea en el control de hongos fitopatógenos foliares y en la desinfección de la semilla botánica de la caña. Su efecto es comparable con los fungicidas químicos Mancozeb y Zineb.
Los precios del Gluticid y el Mancozeb (2) son los siguientes:
Gluticid: 27800,00 MT/t y 7730,00 USD/t
Mancozeb: 5366,52 MT/t y 4561,54 USD/t
De acuerdo con la dosis de aplicación por hectárea del ingrediente activo de cada producto (3), en los 2 años que se aumenta el período de ejecución de la inversión se ha dejado de ahorrar 10,32 USD/Ha tratada.

Tabla IV. Comparación entre los costos de las dosis de aplicación de Gluticid y Mancozeb

PRODUCTO	DOSIS/Ha	COSTO USD/Ha
Gluticid (Bioproducto)	0,08	0,62
Mancozeb (Plaguicida químico)	2,4	10,94
Ahorro		**10,32**

CONCLUSIONES

Son consecuencias del incumplimiento del cronograma inicial de ejecución de la inversión analizada:

1. Incremento en el costo de inversión
2. Deterioro de los indicadores económicos y financieros
3. No se logra el efecto positivo esperado, sobre la sustitución de importaciones

REFERENCIAS

1. (Decreto 327) GO_X_5_2015 PROCESO INVERSIONISTA
2. AZUMAT. Precios Topados AZUMAT 270516 V-3. Soporte digital. La Habana, 2016. Fecha de consulta: 15 de febrero 2017.
3. Dirección de Derivados, ICIDCA. Informe interno. Fecha de consulta: 15 de enero 2016.

EVALUACIÓN DE RUTAS TECNOLÓGICAS PARA EL CONSUMO DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE LA CAÑA CON FINES ENERGÉTICOS

EVALUATION OF TECHNOLOGICAL PATHS FOR THE CONSUMPTION OF SUGAR CANE TRASH WITH ENERGETIC INTENTION

Fernández, J[1]; Peña, E[1]; Cámara, A[1], Repolledo, I[2]

[1]Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la Caña de Azúcar.
[2]UEB Manuel Fajardo
juan.fernandez@icidcamy.azcuba.cu

Resumen

La operación de las cosechadoras en caña verde, con los ventiladores de limpieza inactivos,genera caña integral, mientras que cuando estos ventiladores están funcionando generan la caña limpia, con contenidos de materias extrañas mayores del 30 % y menores del 15%, respectivamente.
Cuando los RAC quedan esparcidos en el campo se requiere de máquinas especializadas para su recolección, resultando el acopio a granel viable en el entorno de 10-15 km de distancia hasta la planta. La caña integral provoca un incremento del 6 % en fibra y una reducción de 3.88 % en la pureza de los jugos.
La alternativa que opera, a un nivel intermedio de extracción de residuos, resulta la más atractiva desde el punto de vista energético, ya que hay un aumento de la disponibilidad de combustible, con materias extrañas en el entorno del 20 %, dejando una parte de los RAC en el campo para cubrir necesidades agronómicas del cultivo.

Palabras claves: rutas tecnológicas, materias extrañas, caña, energía.

Abstract

The operation of unburned cane harvesters, with inactive cleaning fans, generates whole green cane; while when these fans are running generate the clean cane, with contents of extraneous matter greater than 30% and lower than 15%, respectively. When the trash and tops are scattered in the field, specialized machines are required for their collection, resulting the bulk trash collection only economically viable when the distance to the plant is in the range of 10-15 km. The whole green cane causes a 6% increase in fiber and a 3.88% reduction in the purity of the juices.
The alternative that operates, at an intermediate level of trash extraction, is the most attractive from an energy point of view, since there is an increase in the availability of fuel, with extraneous matter content around 20%, leaving a part of the trash and tops in the field to cover agronomic needs of the crop.

Key words: technological routes, extraneous matter, sugarcane, energy.

Introducción

Cuba posee una rica tradición en la producción de azúcar de caña, que la avala como una importante productora de esta gramínea a nivel mundial y es en la actualidad esta planta, la que ocupa el mayor uso de la tierra cultivable del país por lo que constituye una de las fuentes principales de alimentación para el hombre,además del amplio uso que tienen los productos derivados a partir de procesos industriales de este cultivo de acuerdo con Rossi (1)

En la cosecha de la caña de azúcar en verde, paralelamente se genera una gran cantidad de residuos agrícolas (RAC) con un potencial importante para ser utilizados para diferentes fines (2), en particular la generación de energía eléctrica o la alimentación animal (3)

Los nuevos escenarios que enfrentará el país, encaminados a cambiar la matriz energética hacia una mayor participación de las energías renovables en la generación de electricidad, especialmente a partir de la biomasa, auguran un importante papel a la biomasa cañera, constituida por el bagazo como residuo industrial fibroso de la producción de azúcar y los RAC como residuos agrícolas derivados de la cosecha de la caña en verde. La utilización de la biomasa cañera con fines energéticos ha sido estudiada desde hace tiempo y se han establecido sus ventajas y limitaciones (4).

Los rendimientos del cultivo de la caña, varían dependiendo de los diferentes tipos de suelos, cepas, variedades, clima, y tecnologías de manejo utilizadas y esto provoca a su vez variaciones en la cantidad de biomasa que se genera en el campo, representando una relación residuo agrícola/producto entre 15 y 20 % en base seca(5)

El objetivo de este trabajo es evaluar las ventajas y desventajas de cada ruta agronómica de recolección y manejo de los RAC para su uso en centrales térmicas de cogeneración y producción de energía eléctrica a partir de la biomasa cañera.

Materiales y métodos

Mediante una combinada KTP-2 se realizó el corte mecanizadoen caña verde de la variedad C 86- 56, de 18 meses de edad, en el bloque 59, campo 7 de Quivicán y se molieron en la UEB Manuel Fajardo, bajo tres tratamientos distintos de su contenido de materias extrañas: bajo, intermedio y alto. Muestras de cada una de estos tratamientos se dividieron en dos partes, una de las cuales fue desfibrada tal cual y se le extrajo el jugo en el laboratorio para su caracterización desde el punto de vista azucarero, en tanto que la otra se cogió para estimar el contenido de materia extraña mediante el despaje. En la caracterización del jugo y la fibra se aplicaron las normas ramales de AZCUBA, establecidas en el Manual de Instrucciones del Laboratorio Azucarero.

Resultados y discusión

En general se mencionan tres rutas agronómicas, según se pueden apreciar en la figura 1, las que están teniendo mayor despliegue en los últimos tiempos en países que están apostando a la cogeneración y a la creación de centrales térmicas de generación de electricidad a partir de la biomasa cañera.

Para las rutas B y C se instalan centros de limpieza en seco de la caña, cerca o dentro del ingenio, mientras que para recoger y embalar la paja del campo, según la ruta A, se requieren máquinas recolectoras-picadoras, enfardadoras o empacadoras que colectan los RAC a granel o compactados. Cuando la eficiencia de limpieza es alta, la ruta B mantiene el tiro directo al basculador. La ruta C corresponde a caña integral, siendo la caña cortada sin separación de RAC, ya que los ventiladores de la cosechadora se mantienen fuera de servicio, pudiendo tributar al centro de limpieza o al basculador. Esta última alternativa es muy interesante energéticamente, ya que se incrementa la disponibilidad de biomasa cañera entre un 20 y un 30 % y además, los RAC ya salen mezclados con el bagazo, por lo que no se requieren equipos adicionales para prepararlos y para mezclarlos, pero a la par, se incrementael periodo de operación del ingenio, aumentala tasa de molienda y ocurre un aumento de las pérdidas en las mieles finales por efecto de una mayor incorporación de no azucares al jugo extraído a la caña (6)
Por cada 1 % de materia extraña que entra al ingenio se pierden 1,5 kg de azúcar por tonelada de caña procesada, por ello el límite máximo recomendable es del orden del 3 al 5 % (7)

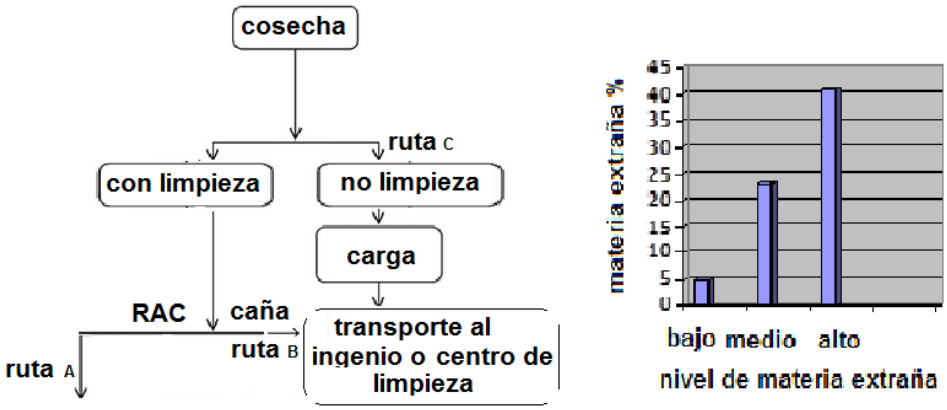


Figura 1. Rutas agronómicas en la cosecha mecanizada de caña verde troceada

Para la alternativa de nivel alto de materias extrañas (ruta C) se disminuye en un 40 % la tasa de molienda si no se separa la materia extraña de la caña en una estación de limpieza en seco antes de pasar por los molinos. La ruta A con los dos ventiladores en operación genera un nivel bajo de materias extrañas por debajo del 15 %, por lo que pudiera considerarse como tiro directo al basculador o pasar por la estación de limpieza en seco para salir con un nivel de materias extrañas del 5 %, en este caso la generación de biomasa cañera disminuye, pero la molida es más estable y eficiente. La alternativa con el nivel medio de materias extrañas, correspondiente a la ruta B con un solo ventilador en operación, resulta la más atractiva desde el punto de vista energético, ya que hay un aumento de la disponibilidad de combustible biomásico, debido al incremento de las materias extrañas que se comportan en el entorno del 20 %, quedando una parte como cobertura del suelo.

En la tabla I se aprecia un incremento de 6 % en fibra, al aumentar el nivel de materia extraña de un 5 a un 41 %, mientras que ocurre una pérdida de pureza equivalente a 3.88 %, lo que está en concordancia con lo reportado por Navarro (8)

Tabla I. Molida de la caña con diferentes contenidos de materias extrañas

Materias extrañas (%)	Peso fresco(kg)	PH	Acidez	Brix (%)	Pol (%)	Pureza (%)	Fibra (%)
5	16.7	5.5	0.03	18.7	16.63	88.93	16.40
23	17.7	5.6	0.012	20.1	17.26	85.87	19.30
41	16.2	5.5	0.04	19.1	16.24	85.05	22.30

La alternativa de RAC recolectados a granel (ruta A) solamente es factible cuando la distancia de la fuente de suministro se encuentra cerca de la planta térmica a menos de 15 km. Además de la infraestructura que se requiere para recolectar y manejar los RAC desde el campo, es importante considerar las disponibilidades potenciales de este recurso y contar con las directrices que regulan, a través de un mapeo de los lotes, las cantidades y los lugares de donde se puede extraer o hay que dejarlo parcial o totalmente para sus funciones agronómicas. El sistema de fardos o pacas de RAC es una opción para las plantas térmicas en aquellos ingenios que no poseen o no pretenden instalar una estación de pre-limpieza en seco.

El manejo de corte mecanizado de la caña con tiro directo todavía es bajo en el país debido a la ineficiencia en el sistema de limpieza de las combinadas, por lo que el grueso de la caña cortada tiene que reprocesarse en los centros de limpieza en seco para poder garantizar niveles bajos de materias extrañas entrando al ingenio.

Conclusiones

Se cuenta con varias rutas agronómicas para el manejo de los RAC desde su lugar de origen, las cuales tienen ventajas y desventajas. La decisión de cuál debe ser aplicada, depende de situaciones concretas de cada lugar, ya que hay que analizar varios factores como las necesidades de dejar el RAC para funciones agronómicas, si se dispone o no de centros de limpieza en seco y la distancia del lugar de origen hasta la planta térmica.

La alternativa que opera los ventiladores de la cosechadora a un nivel medio de extracción de residuos resulta la más atractiva desde el punto de vista energético, ya que hay un aumento de la disponibilidad de combustible biomásico, debido al aumento de las materias extrañas que se comportan en el entorno del 20 % y por otro lado se satisface cubrir necesidades agronómicas del cultivo al dejar parte de los RAC en el campo como cobertura.

El uso del sistema de fardos o pacas es una opción para las plantas térmicas en aquellos ingenios que no poseen o no pretenden instalar una estación de pre-limpieza en seco.

Bibliografía.

1. Rossi, G. (2008) Sugarcane Variety Notes. An international directory, 7th Revision, Brazil, Jan., 2008, pp. 101-104.
2. León, T; Dopíco, D; Triana, O. (2013) Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 47, núm. 2, mayo-agosto, 2013, pp. 13-22
3. Stuart. J. R. (2006) Residuos de cosecha de la caña: ¿alimento animal o combustible? ATAC No. 1
4. Villegas, P. (2000) “Aprovechamiento de residuos fibrosos de la industria azucarera mediante procesos de conversión térmica”, tesis de doctorado, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara
5. Castillo, J.L.; Esteban, J. (2012) Uso de residuos agrícolas de cosecha (RAC) como combustible no convencional para generar energía eléctrica en calderas de potencia. 3er Encuentro de Usuarios de Calderas –Colombia. Bogotá 12 y 13 de Mayo
6. Valdés, A. (2005) Los residuos agrícola de la cosecha cañera (RAC) Centro Gerencia Programas y Proyectos Priorizados Ministerio Ciencia Tecnología y Medio Ambiente Cuba.
7. Falcón, P. F y col (1995). Manual de Operaciones para la Producción de Azúcar Crudo de Caña. Dirección de Tecnología del Ministerio del Azúcar, Ciudad de La Habana, Cuba, pp.10.
8. Navarro, H y Rostgaard, L. (2014) Impacto de la materia extraña en la calidad de los jugos de caña y en los indicadores de eficiencia de un central azucarero. Revista Centro Azúcar. VOL 41, Enero-Marzo.

GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA FÁBRICA DE AZÚCAR "PANCHITO GOMEZ TORO"

ENERGY MANAGEMENT AT "PANCHITO GOMEZ TORO" SUGAR MILL

Hernández, J P[1], Espinosa, R[1], Pérez, C[1], La Rosa, A I[1], De la Cruz, L.[2]

[1] Departamento de Ingeniería Química, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuani, km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. juanpedro@uclv.edu.cu

[2]UEB "Panchito Gómez Toro", Quemado de Güines, Villa Clara.

RESUMEN

La fábrica de azúcar “Panchito Gómez Toro”, localizada en Quemados de Güines, Villa Clara, tiene potencial para mejorar los rendimientos agroindustriales y aportar un mayor valor a sus coproductos, con el aprovechamiento de la biomasa y el aumento en los índices de generación de energía eléctrica. Se identifican diversos factores que incrementan los consumos energéticos, introduciendo riesgos técnicos, económicos y ambientales. El objetivo del trabajo es evaluar el sistema termoenergético, mediante la aplicación de sistemas de gestión de la energía y el uso del software STA 4.1, el cual facilita la evaluación de los sistemas termoenergéticos en fábricas de azúcar crudo. Se analiza la instalación de otro turbogenerador con una potencia menor y la rehabilitación del aislamiento en tuberías de vapor y de condensados. La evaluación económica se realiza por concepto de aislamiento térmico, con un VAN de $1 272 578, la cual se espera se recuperar en 1,68 años.

PALABRAS CLAVE: aislamiento térmico, fabricación de azúcar, gestión energética.

ABSTRACT

The Sugar Mill "Panchito Gómez Toro", at Quemados de Güines, Villa Clara, has the potential to improve agroindustrial yields and contribute a higher value to its co-products, with the use of biomass and the increase of indicators of power generation. Various factors are identified that increase energy consumption, introducing technical, economic and environmental risks. The objective of the work is to assess thermoenergetic system, through the application of energy management systems and the use STA 4.1 software, which facilitates the evaluation of thermoenergy systems in raw sugar factories. The installation of another turbogenerator with a lower power and the rehabilitation of the insulation in steam and condensate pipes are analized. The economic evaluation is made by thermal insulation, with a NPV of $ 1,272,578, which is expected to recover in 1.68 years

KEY WORDS: thermal insulation, sugar manufacturing, energy management

INTRODUCCIÓN

La fábrica de azúcar “Panchito Gómez Toro”, localizada en Quemado de Güines, Villa Clara, tiene la virtud de operar con molidas altas y estables, lo que depende del funcionamiento de los procesos de cultivo, corte, alza, tiro y molida, sin embargo, presenta un conjunto de factores que incrementan los consumos energéticos y de agua, introduciendo riesgos técnicos, económicos y ambientales. La utilización de la modelación matemática para predecir el comportamiento de procesos industriales es, en nuestros días, una herramienta común de trabajo en la ingeniería moderna. Paquetes poderosos de simulación como ASPEN [1] son capaces de modelar por balances de materiales y energía procesos complejos de la industria petrolera, química, etc.

La industria azucarera, al ser un tipo de industria mayormente característica del tercer mundo, no ha recibido de ningún modo este beneficio, existen solo aplicaciones aisladas que total o parcialmente han tratado de atenuar esta carencia. En Cuba estos se han desarrollado diversos software, que basan la realización de los balances de

materiales y energía en los cálculos de diseño de estos equipos. En correspondencia con lo anterior, con el fin de proponer mejoras tecnológicas que permitan un mayor aprovechamiento de esta industria, el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el sistema termoenergético, mediante la aplicación de sistemas de gestión de la energía y el uso del software STA 4.1 [2], el cual facilita la evaluación de los sistemas termoenergéticos en fábricas de azúcar crudo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el trabajo se aplica la metodología para el balance termoenergético [3] y se selecciona el Sistema termoazúcar 4.1 (STA 4.1), el cual ofrece facilidades desde el punto de vista de la simulación, con el objetivo de obtener un esquema óptimo. Se desarrolla la revisión energética los requisitos del sistema de gestión de la energía [4], donde se analiza el uso y el consumo de la energía y se identifican , priorizan y registran las oportunidades para mejorar el desempeño energético.

El sistema termo azúcar 4.1 (STA 4.1) es un programa de simulación del tipo modular-secuencial en estado estacionario, está conformado mayoritariamente por modelos determinísticos del comportamiento químico-físico de los procesos y operaciones unitarias, pero también emplea correlaciones estadísticas experimentales para calcular las propiedades físico –químicas y algunos criterios de eficiencia cumpliendo con las principales características y ventajas de este tipo de simuladores, entre las que se destacan, la gran flexibilidad para representar integralmente los distintos esquemas e incorpora nuevos módulos, y la gran cantidad de información precisa que permite obtener, tanto de las corrientes como de los equipos. Los resultados del cálculo vienen dados por la solución detallada de los balances de materiales y energía y la evaluación de indicadores de comportamiento de los equipos, tales como coeficientes de transferencia de calor en calentadores y vasos evaporadores, tasas de evaporación y economías, rendimiento relativo interno de turbogeneradores, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Caracterización de la fábrica de azúcar.

La fábrica cuenta con una extensión cañera de 1 793 220 ha sobre suelos arcillosos con buenas características para el cultivo de la caña, sus áreas están compactadas formando un macizo cañero alrededor del central con un radio aproximado de 12 km. Tiene una capacidad de molida de 3 795 t/d y se comercializan el azúcar crudo de alta calidad y a granel; además se entrega cachaza, bagazo, energía eléctrica y toda la miel final. Es totalmente eléctrico y su balance energético es de los mejores del país, generando más de 40 kW/t de caña y se procesa caña de corte mecanizado en su totalidad por ferrocarril y por transporte automotor.

La fábrica opera con tres calderas de 25 tv/h que suministran vapor a dos turbogeneradores de contrapresión de 2,5 MW y 4 MW, produciendo vapor sobrecalentado a 320°C y a una presión de 250 lb/plg^2. Son alimentadas con bagazo y se recupera el 28, 92 % de los condensados puros. La temperatura de los gases producto de la combustión es de 180°C y la del agua de alimentación es de 104^{0}C.

2. Evaluación del esquema térmico.

2.1 Aplicación de los balances de materiales y energía.

En la Tabla I se muestran los resultados de los balances de vapor, agua y calor y en la Tabla II, la distribución de la energía en el proceso. La Figura 1 muestra el esquema térmico generado con el simulador STA 4.0.

Los generadores de vapor mantienen una eficiencia del 69,76%, valor inferior al reportado por literatura (>75%), con una capacidad nominal de 75 tv/h. Emplean además una temperatura del agua de alimentación de 104°C, bagazo con humedad de 49.96% y una temperatura en los gases de la chimenea de 180°C, valores correspondientes a la literatura. Las calderas poseen un índice de generación (IG) de 1.98 tv/t bag, el cual debe ser mayor que 2, 3tv/t bag.

El consumo de vapor en los motores primarios, en este caso dos turbogeneradores con potencia nominal de 2500 y 4000 kWh respectivamente, es de 8,12 kgv/kWh encontrándose en el rango de (7-11), con una eficiencia termodinámica de 64% y un grado de sobrecalentamiento de 45°C, valores similares a los establecidos en la literatura, a pesar de ser equipos obsoletos.

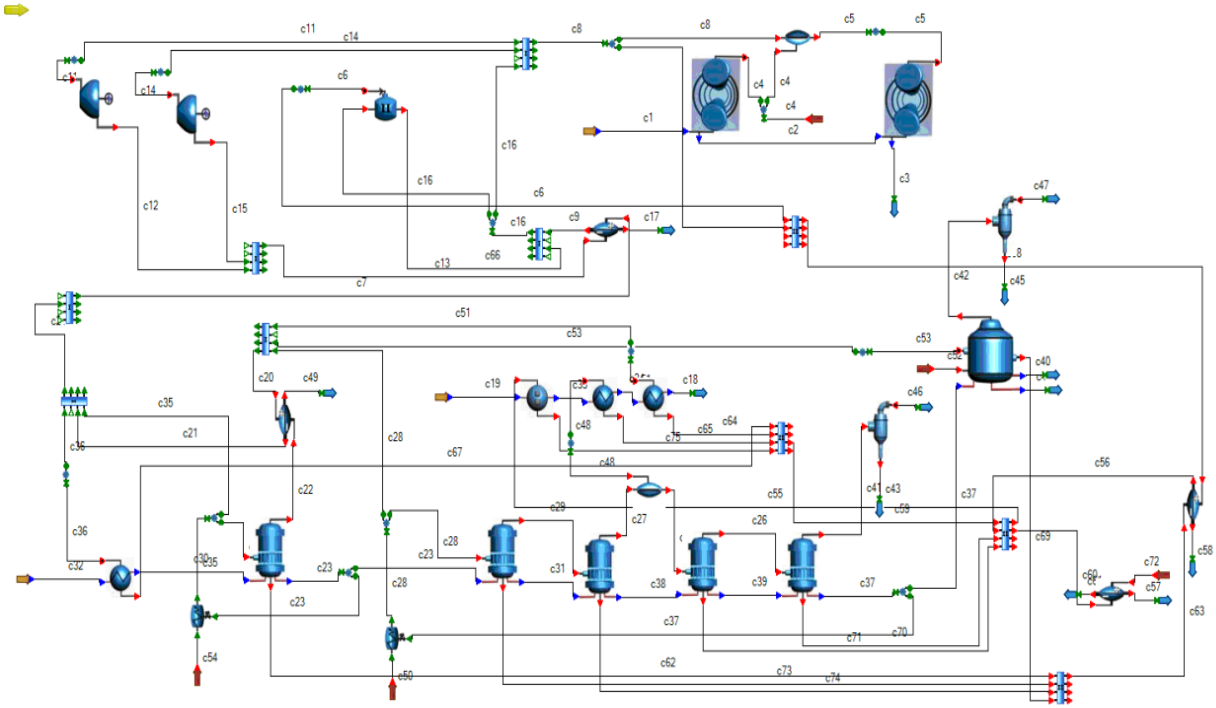


Fig. 1 Esquema térmico generado con el software STA 4.0

Tabla I. Resultados de los balances de vapor, agua y calor.

Parámetros	***Unidad***	***Resultados***
Consumo de los equipos tecnológicos	kg/h	61 905,05
Consumo de vapor de la válvula reductora. (250-15 lb/plg2)	kg/h	9 131,61
Consumo de vapor de la válvula reductora. (250-150 lb/plg2)	kg/h	2 638,67
Consumo de vapor de las calderas. (25tv/h)	kg/h	67 770,906
Vapor consumido por la válvula reductora de (250-15 lb/plg2)	%	13,47%
Valor calórico normal del bagazo	kcal/kg	1 826,94
Pérdida de calor en los gases producto de la combustión	kcal/Kg bag.	268,41
Calor recuperado en el vapor	kcal/kg bag.	1 277,56
Calor necesario para la evaporización de 1 Kg de agua	Kcal/kgv	643,67
Índice de generación	kgv/kg bag.	1,98
Bagazo combustible según molida	kg/h	37 090,39
Sobrante de bagazo	kg/h	2 862,97
Eficiencia en calderas	%	69,76
Condensados alimentados a calderas	kg/h	95 345,77
Agua recuperada	kg/h	27 574,86
Condensados de uso tecnológico	kg/h	55772,22

Tabla II. Distribución de la energía térmica en el proceso

Equipos	***Resultados***	***Literatura*** *[3]*
Proceso	69,21%	(72-80)%
Potencia	8,72%	(5-9)%
Condensados	17,26%	(8-15)%
Pérdidas + otros	4,81%	(3-5)%

El consumo de bagazo por electricidad producida es de 5, 71 kg bag./kWh, no muy alejado del establecido que es 5,95 kg bag./kWh.
La distribución de la energía térmica de la fábrica se corresponde con los valores reportados, con un porcentaje de pérdidas del calor producido de 4,81, aunque el real es más elevado teniendo en cuenta las pérdidas por aislamiento que representan el 2, 61%.
Con el objetivo de resolver las principales deficiencias, se pueden plantear las siguientes alternativas: completar el módulo de eficiencia en el área de generación de vapor para obtener vapor con la presión y temperatura requeridas (1MPa y 240°C), lográndose aumentos en la eficiencia termodinámica de los turbogeneradores y a su vez una disminución de su consumo de vapor y las pérdidas por condensación en dichos equipos; instalación de otro turbogenerador con una potencia menor a los ya instalados o sustituir los existentes por otro de mayor potencia nominal, debido a los elevados consumos de los motores primarios; rehabilitar aislamiento térmico de la industria.
El bagazo sobrante en una zafra de 153 días con una molida diaria de 2859, 35 t/d es capaz de producir 5, 67 tv/h, por lo que no se puede emplear en el consumo de los turbogeneradores existentes ya que ambos poseen un consumo de 20, 3 y 32, 5 tv/h respectivamente, valores elevados en comparación con el calculado. Además no es factible instalar un turbo con menor potencia nominal que los ya existentes en la fábrica para aprovechar el combustible sobrante, ya que sería muy pequeño, lo que no cumpliría con los objetivos operacionales. Teniendo en cuenta que la industria produce la energía necesaria para el proceso y entrega a la SEN, se plantea vender el bagazo sobrante a otra entidad con el fin de ser aprovechada como combustible para la generación de energía eléctrica o demás producciones.

2.2 Evaluación económica

La evaluación económica incluye la estimación del costo de inversión en aislamiento, la determinación de los costos de operación y de los ahorros por reducción de las pérdidas de calor por aislamiento, consumo de electricidad y de combustible por bagazo sobrante, y los indicadores de rentabilidad; resultados que se muestran en la Tabla III.

Tabla III. Resultados de la evaluación económica.

Elementos del costo	***Unidad***	***Valor***
Inversión total	$	379984, 5
Costos de operación	$/año	1645550
Ingresos totales	$/año	1974826, 6
Valor actual neto (VAN)	$	1 272 578,00
Periodo de recuperación	años	1,7

CONCLUSIONES

La distribución de la energía térmica de la fábrica se corresponde con los valores reportados. La instalación de un turbogenerador con una potencia de 1 MW no es factible para la entidad debido a que el vapor generado con el bagazo sobrante no es suficiente para su consumo. La propuesta de un proyecto de inversión en aislamiento térmico contribuye a elevar la eficiencia en la generación, distribución y uso de la energía.
Los ingresos obtenidos por concepto de reducción de pérdidas de calor, consumo de electricidad y de combustible, incrementan los indicadores de rentabilidad, con un VAN de $1 272 578 y una TIR de 86, 5%; cuya inversión global se estima que se recupere en aproximadamente 2 años.

REFERENCIAS

[1] AES. Aspen Engineering Suite(tm) 11.1. 2001. Aspen Technology Inc. 2001. http://www.aspentech.com/
[2] STA 4.1. Sistema Termo Azúcar v 4.1. Manual del usuario. Universidad de Ciencias Informáticas. 2014
[3] Espinosa, R. Sistemas de utilización del calor en la industria azucarera. La Habana. Ediciones ENPES, 1991. 443 p.
[4] NC-ISO 50001: 2011, Sistemas de gestión de la energía – Requisitos para su uso.

NITROFIX. UNA ALTERNATIVA ECONOMICA Y AMBIENTAL PARA LA FERTILIZACIÓN DE LOS CULTIVOS

NITROFIX. AN ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ALTERNATIVE FOR THE FERTILIZATION OF THE CROPS

L. Montero, B. Rodríguez y A. N. San Juan.
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.
lorenzo.montero@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se realizó un estudio con el objetivo de determinar la viabilidad económica de las aplicaciones del Biofertilizante *Nitrofix* y la *Urea* en los principales sectores agroproductivos nacionales tomando como referencia los precios oficiales actuales en moneda nacional (MN) de estos insumos al alcance de los productores. El estudió reportó que la fertilización combinada de los insumos *Urea* al 40% de las dosis del requerimiento total de los cultivos y 100 L.ha^{-1} de *Nitrofix* en el caso de la caña de azúcar, y 40 L.ha^{-1} de *Nitrofix* para cuatro cultivos menores en la agricultura convencional se obtienen ganancias neta de 90.46 $.ha^{-1} y ahorro del 60% de la cantidad total de *Urea* para aplicar a otras áreas. Se demuestra que estas aplicaciones de fertilización constituyen una alternativa viable económicamente, y tienen un impacto positivo en el incremento de los rendimientos de los cultivos y la protección del medio ambiente en diferentes sistemas agroproductivos.
Palabras Clave: Biofertilizante, nutriente vegetal, insumos agrícolas.

ABSTRAC

A study was made with the objective of to determine the economic viability of the applications of *Nitrofix* Biofertilizer and *Urea* in the main national agroproductive sectors, taking as reference the official prices in National Currency (NC) of these resources within reach of the producers. The study reported that the combined fertilization of Urea at 40% of the doses of the total requirement of the crops and 100 L.ha^{-1} of Nitrofix in the case of the sugarcane, and 40 L.ha^{-1} of *Nitrofix* for four smaller crops of the conventional agriculture obtain net earnings of 90.46 $.ha^{-1} and save the 60% of the total quantity of *Urea* to apply on other areas. It is demonstrated that these fertilizer´s applications constitute an economic alternative and it have a positive impact in the increase of crops yield and for the protection of the environment on different agroproductive systems.
Key Words: Biofertilizer, vegetable nutrient, agricultural inputs.

INTRODUCCIÓN

El Nitrofix, es un producto acuoso obtenido a partir de una suspensión de bacterias fijadoras de nitrógeno y productoras de fitohormonas para el crecimiento vegetal del genero *Azospirillum brasilense*, elaborado con la cepa 8 INICA (1). Actualmente el uso de este Biofertilizante se ha extendido a otras entidades agroproductivas con buena aceptación en la agricultura convencional. Sin embargo, aún persisten indecisiones por parte de algunos agricultores sobre la introducción de este insumo fundamentalmente en unidades agroazucareras.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio sobre la viabilidad económica de las aplicaciones del *Nitrofix* y la *Urea* en diferentes sectores agroproductivos nacionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), en el primer trimestre del 2016. Para el cual se recopilaron los datos sobre los precios de los insumos *Urea* y del Biofertilizante *Nitrofix* al alcance de los productores.

Los precios actualizados de los insumos fueron facilitados por las Empresa Logística de AZUMAT del Grupo Azucarero AZCUBA y por Grupo de Empresa Logística del Ministerio de la Agricultura (GELMA) mediante la Resolución No. 236/2015 (2). Para el *Nitrofix* se tuvo en cuenta la ficha de costo (3) del producto obtenido en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.

El costo del servicio de aplicación, se determinó a partir del trabajo realizado en la UEB Bioproductos Cuba 10 en Quivicán, con la asperjadora modelo TATU brasileña con modificaciones del motor hidráulico. Para el pago del rendimiento agrícola de la caña se asumió un precio de 94.50 $\$.t^{-1}$ para el cual se tuvo en cuenta la Resolución No. 179/2015 (4).

La dosis de la *Urea* para la Caña de Azúcar se determinó mediante el Manual de Fertilización de la Caña de Azúcar (5), y para los otros cultivos fueron determinados a partir del método de balance (6). Las dosis del *Nitrofix* para todos los cultivos se obtuvieron a través del Instructivo para la Aplicación del Biofertilizante Nitrofix (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El precio oficial en moneda nacional por tonelada de los insumos estudiados se muestra en la tabla I. Se observa que el valor de la *Urea* suministrada a los productores varía entre las Empresas Logísticas de AZUMAT y GELMA, los productores del sector agrícola compran la tonelada de *Urea* por un valor de $ 890.69 por encima del que compran las entidades agroproductivas del grupo azucarero cubano. Con relación al *Nitrofix* que se comercializa actualmente por el ICIDCA el precio de la tonelada es superior al de la *Urea* comercializada por las diferentes empresas suministradoras, lo que se puede atribuir a la ficha de costo del Biofertilizante.

Tabla I. Comportamiento del precio de los insumos por las Comercializadoras

Producto	UM	Precio ($)	Procedencia
Nitrofix	t	1782.17	ICIDCA
Urea	t	609.31	AZUMAT
Urea	t	1500.00	GELMA

Las cantidades y los costos de los productos empleados, así como el servicio de aplicación por unidad de superficie en la Caña de Azúcar se muestran en la tabla II. La dosis total de *Urea* por hectárea recomendada fue de 80.00 $kg.ha^{-1}$ con un costo de 48.74 $\$.ha^{-1}$, para la variante del 40% de *Urea* de la cantidad ante mencionada equivale a la dosis de 32.00 $kg.ha^{-1}$ con un valor de 19,49 $\$.ha^{-1}$, en el caso del biofertilizante *Nitrofix* con la dosis a razón de 100.00 $L.ha^{-1}$ tiene un costo de 180.00 $\$.ha^{-1}$. Esta combinación se realiza con el propósito de aprovechar las bondades de este Biofertilizante (5) entre las que comparecen como un potenciador de agroquímicos y de mantener la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad, contribuyendo a la protección del medio ambiente (7).

Al costo del servicio de aplicación al adicionarle los precios de las dosis de los productos, nos permite determinar el costo total de la aplicación conjunta por unidad de superficie, el cual en el presente estudio presenta un monto de 287,54 $\$.ha^{-1}$. Asimismo, se relacionan los costos individuales de las dosis y el servicio de aplicación, con valores para la *Urea* de 107.53 $\$.ha^{-1}$ y para el *Nitrofix* de 268,04 $\$.ha^{-1}$, que al sumarlos presentan un costo total de 375.57 $\$.ha^{-1}$.

Tabla II. Estimación de las dosis, costos y servicio de aplicación de los productos en Caña de Azúcar

Indicadores	**Cuantía**
Dosis total *Urea* (kg.ha^{-1})	80.00
Costo dosis total de *Urea* ($.ha^{-1})	48,74
Dosis de *Urea* al 40% del total a aplicar (kg.ha^{-1})	32,00
Costo dosis *Urea* al 40% del total a aplicar ($.ha^{-1})	19,49
Costo dosis total *Urea* + Servicio de aplicación ($.ha^{-1})	***136.78***
Dosis de *Nitrofix* (L.ha^{-1})	100.00
Costo de *Nitrofix* ($.ha^{-1})	180.00
Costo de *Urea* 40% +Servicio de aplicación ($.ha^{-1})	***107.53***
Costo del Servicio de aplicación ($.ha^{-1})	***88,04***
Costo de *Nitrofix* + Servicio de aplicación ($.ha^{-1})	***268,04***
Costo total *Nitrofix*+ 40% de *Urea* + Servicio de aplicación ($.ha^{-1}) (aplicación conjunta de los insumos)	***287,54***
Costo total *Nitrofix*+ Servicio de aplicación y 40% de *Urea* + Servicio de aplicación ($.ha^{-1}) (aplicaciones independientes de los insumos)	***375.57***

Los ingresos obtenidos con las variantes de las aplicaciones conjuntas e independientes de los insumos estudiados se muestran en la tabla III. El rendimiento esperado en caña de azúcar fue de 50.00 t.ha^{-1} con un ingreso de 4725.00 $.ha^{-1}, a este valor le sustraemos el gasto total de la aplicación conjunta más el servicio de aplicación (287.54$.ha^{-1}) donde la ganancia neta esperada fue de 4437.46 $.ha^{-1}, mientras que para las aplicaciones independientes de los productos más el servicio de aplicación el ingreso es ligeramente inferior con un valor de 4349.43 $.ha^{-1} concerniente a que el gasto total en esta variable es superior con un valor de 375.57$.ha^{-1} .

Estos resultados permiten programar que con 4.00 t.ha^{-1} obtenida por encima del rendimiento esperado con la aplicación del *Nitrofix* más el 40% de la *Urea*, es posible obtener un ingreso de 4815.46 $.ha^{-1}, con el cual se recupera el gasto de la aplicación conjunta de los productos y una ganancia neta de 90.46 $.ha^{-1}, además del 60% de la *Urea* restante disponible para fertilizar otras áreas. En la variante donde las aplicaciones se realizan de forma independientes también se recupera el gasto incurrido, todo esto es considerando los resultados de los estudios realizados sobre el incremento que proporcionan las aplicaciones de *Nitrofix* más el 40% de *nitrógeno* sobre el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar (5), que manifiestan aumentos en un rango de 16.00 a 28.00 t.ha^{-1} en primer retoño y de 9.00 a 15.00 t.ha^{-1} en un cuarto retoño respecto al testigo con solo la aplicación de fertilizantes con fórmula completa (5).

Tabla III. Resultados obtenidos con las aplicaciones del *Nitrofix y* el 40% de *Urea* y el Servicio de Aplicación

Pago rendimiento agrícolas de la caña		**Ingresos ($.ha^{-1})**		
Precio ($.t^{-1})	**Rendimientos esperados (t.ha^{-1})**	**Esperados**	**Aplicación conjunta insumos**	**Aplicaciones independiente insumos**
94.50	50.00	**4725.00**	4437.46	4349.43
	54.00	5103.00	**4815.46**	**4727.43**

En el caso de la agricultura convencional (tabla IV), se muestran los requerimientos nutricionales de la *Urea* y el costo de este producto para cuatro cultivos menores de interés comercial. La papa para lograr su potencial productivo necesita recibir 103.00 kg.ha^{-1} de *Urea* que tomando en consideración el precio en el mercado actual tiene un valor de 154.63 $.ha^{-1}, al aplicar el 40% del total demandado por el cultivo (103.00 kg.ha^{-1}) se corresponde con la cantidad de 41.20 kg.ha^{-1} de *Urea*, más 40.00 L.ha^{-1} de *Nitrofix* según lo recomendado (7) para estos cultivos, esta variante nos permite la disponibilidad del restante 60% de *Urea* de la cantidad total

requerida, que concierne a la masa de 61.80 kg para aplicar con la misma variante de aplicación a más de 1.00 ha de otro cultivo ya sea de maíz, frijol o tabaco.

Tabla IV. Relación del requerimiento nutricional de la Urea en diferentes cultivos agrícola y el fraccionamiento en porcentajes del 40 y 60%

Cultivo	Fertilizante	Requerimiento ($kg.ha^{-1}$)	Costo ($\$.ha^{-1}$)	40% Urea ($kg.ha^{-1}$)	60% Urea ($kg.ha^{-1}$)
Papa	Urea	103.00	154.63	41.20	61.80
Maíz	Urea	128.00	192.00	51.20	76.80
Frijol	Urea	123.00	184.50	49.20	73.80
Tabaco	Urea	130.00	195.00	52.00	78.00

Los costos de los productos por unidad de superficie y los costos totales de las aplicaciones a los cultivos papa, maíz, frijol y tabaco se pueden observar en la tabla V. Se aprecia que los costos totales de aplicación presentan valores similares para todos los cultivos en las dos variantes analizadas, con excepción del cultivo de la papa que son ligeramente inferiores, esto se debe a que la dosis de *Urea* demandada por la papa es la de menor cantidad a aplicar. En todos los casos la aplicación conjunta resulta más económica dado a que los costos totales por hectárea son menores que en las aplicaciones individuales.

Tabla V. Resumen de las dosis, costos y servicio de aplicación de los productos para cuatro cultivos agrícolas de interés comercial

Cultivo	Fertilizante	Dosis al 40% de Urea y Nitrofix (kg o $L.ha^{-1}$)	Costo ($\$.ha^{-1}$)	Costos totales aplicación ($\$.ha^{-1}$)	
				Conjunta	Individual
Papa	Urea	41.20	61.85	**221.89**	**309.93**
	Nitrofix	40.00	72.00		
Maíz	Urea	51.20	76.80	**236.84**	**324.88**
	Nitrofix	40.00	72.00		
Frijol	Urea	49.20	73.80	**233.84**	**321.88**
	Nitrofix	40.00	72.00		
Tabaco	Urea	52.00	78.00	**238.04**	**326.08**
	Nitrofix	40.00	72.00		

CONCLUSIONES

Los precios de los fertilizantes suministrados a los productores por las Empresas de Logísticas AZUMAT Y GELMA varían considerablemente, con valores superiores para las Entidades productivas de la Agricultura Convencional.

La fertilización combinada con *Urea* al 40% de las dosis total de la requerida por el cultivo y la recomendada de *Nitrofix*, constituyen una alternativa económica para el incremento de los rendimientos de las cosechas y la protección del medio ambiente en los diferentes sistemas agroproductivos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Guevara, Y., Ruisánchez, Y., Hernández, A. y San Juan, A. Evaluación del Biofertilizante Nitrofix en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) sobre un suelo ferralítico rojo típico. Revista ICIDCA. 2013. 47 (2): 3-7 ISSN 0138-6204.
2. Resolución No. 236/2015 MFP. Precios de Insumos Agrícolas. Compendio de Normas Jurídicas para la Implementación de un Precio Único para los Insumos del sector Agropecuario, incluido el Combustible. MINAG. pp 42-45. 2015.
3. Catálogo de Productos para la Agricultura. NITROFIX. Departamento de Negocio y Comercialización. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. p. 7. 2006.

4. Resolución No. 179/2015 el procedimiento para la aplicación de las “INSTRUCCIONES METODOLÓGICAS PARA EL CONTROL Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PRECIOS DE LA CAÑA POR SU CALIDAD (SPCC)”.
5. Cuellar I; Villegas R; De León M y Pérez I. Manual de fertilización de la caña de azúcar. 2002. 127 p. IBCN 1234567834.
6. Paneque, V.M. La fertilización de los cultivos Aspectos teóricos prácticos para su recomendación .Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA. 2001.
7. Instructivo para la aplicación del Biofertilizante Nitrofix en diferentes cultivos. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. UEB BIOPROCESOS CUBA 10. Pablo Noriega. Quivicán. 2015.

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL INÓCULO LB-1
INOCULUM LB-1 STABILITY STUDY

Autores: Martínez, A*, Ortega, G* Delgado, G*, Bell, A*, González, G*, Peña, M. A*, E, Carrera, Legrá, S*, Armenteros, A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
*Correo electrónico: aidin.martinez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

"LEBAME", es un producto obtenido a través de un proceso de fermentación, a partir del inóculo LB-1, constituido por 2 cepas de bacterias (*Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato y *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1) y una cepa de levadura (*Saccharomyces cerevisiae* L/25-7-12). En este trabajo se realizó la evaluación preliminar de la estabilidad del inóculo LB-1 a 12 ^{o}C y Temperatura ambiente (25-32 ^{o}C) durante 49 días. No se detectó crecimiento de las bacterias después de los 28 días de conservación. La levadura mostró mejor estabilidad durante el tiempo ensayado. El análisis estadístico del factor tiempo tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la viabilidad de las bacterias; el factor temperatura no mostró diferencia significativa para un 95.0 % de nivel de confianza. Analizando la lavadura se detectó diferencia significativa con el factor temperatura. Los resultados obtenidos evidencias que el inóculo LB-1 es efectivo a las condiciones estudiadas hasta los 28 días de almacenamiento.

Palabras claves: microorganismos eficientes, microorganismos benéficos, estabilidad, LEBAME, bioproducto.

ABSTRACT

"LEBAME", is a product obtained through a fermentation process, from the inoculum LB-1, consisting of 2 strains of bacteria (*Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato and *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1) and a yeast strain (*Saccharomyces cerevisiae* L/25-7-12). In this work the preliminary evaluation of the stability of the LB-1 inoculum was performed at 12 ^{o}C and at room temperature (25-32 ^{o}C) for 49 days. No bacterial growth was detected after 28 days of storage. Yeast showed better stability over the time tested. Statistical analysis of the time factor has a statistically significant effect on the viability of the bacteria; the temperature factor showed no significant difference for a 95.0 % confidence level. Analyzing the yeast, a significant difference was detected with the temperature factor. The results show that the LB-1 inoculum is effective at the conditions studied up to 28 days of storage.

Key words: efficient microorganisms, beneficial microorganisms, stability, LEBAME, bioproduct.

INTRODUCCIÓN

El concepto y tecnología de los Microorganismos Eficientes fue descubierto, por **Dr. Teruo Higa** en Japón[(1)], el primer propósito de su uso fue mejorar la calidad del suelo y obtener un alto rendimiento de los cultivos sin usar agroquímicos ni tóxicos, actualmente se le da diversos usos en la agricultura intensiva, pecuaria, medio ambientes, acuacultura, etc.

Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cinco géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias ácido láctico, actinomicetos y hongos de fermentación[(2)].

Higa encontró que el éxito de su efecto potenciador estaba en su mezcla; por esto se dice que los microorganismos eficientes trabajan en sinergia, ya que la suma de los tres tiene mayor efecto que cada uno por separado[3].

Estos microorganismos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan substancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente substancias antioxidantes, a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), ha desarrollado el producto "LEBAME" a través de un proceso de fermentación[4], a partir del inóculo LB-1, constituido por 2 cepas de bacterias (*Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato y *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1) y una de levadura (*Saccharomyces cerevisiae* L/25-7-12).

Para obtener un producto que cumpla con los parámetros requeridos para su uso y comercialización es necesario partir de un inóculo que mantenga la estabilidad de los cultivos que lo constituyen. El objetivo de este trabajo es determinar la estabilidad del inóculo "LB-1", en diferentes condiciones de almacenamiento, por un período de 49 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de inóculo LB-1: Está compuesto por tres microorganismos dos bacterias *B. subtilis B/23-45-10 Nato, L. bulgaricum B/103-4-1* y una levadura *S. cerevisiae L/25-7-12.* Cada uno de los cultivos fueron crecidos e incubados por separados en sus respectivos medios específicos a temperaturas óptimas de crecimiento. Posteriormente las tres cepas bien crecidas se transfieren a un medio formulado con miel y sulfato de amonio se incubaron a la temperatura óptima, después de crecidos durante 48 horas se envasan en frascos plásticos de 1 Litro de capacidad, se cerraron de forma hermética y se almacenaron en refrigeración (12°C) y Temperatura ambiente (25-32°C) y por un período de 49 días.

Determinaciones microbiológicas: La viabilidad de los microorganismos fue determinada con una frecuencia de 7 días, durante 49 días, mediante la determinación de las $UFCxmL^{-1}$. Para ello las muestras fueron sembradas por el método de diseminación en la superficie en placas con medio Agar Nutritivo WL[5].

Análisis estadístico de los resultados: Utilizando el programa *Statgraphics* Centurion XV, 2007[6], mediante un análisis Anova Multifactorial, teniendo en cuenta los factores: temperatura y tiempo. La prueba de múltiple rangos en cada caso se realizó mediante el método: 95.0 % LSD de Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de la estabilidad de los microorganismos, en el lote del inóculo LB-1 almacenados en diferentes condiciones: refrigeración (12 °C) y a Temperatura ambiente (25-30 ^{o}C), por un período de aproximadamente 49 días, se muestran en la tabla I.

Se puede apreciar que a Temperatura ambiente los conteos de la $UFCxmL^{-1}$ de las bacterias oscilaron entre $1.0x10^{7}$ y $4.6x10^{6}$ $UFCxmL^{-1}$ hasta los 28 días de ensayo después de este tiempo no se detectó crecimiento en las diluciones sembradas, mientras que el conteo de levaduras fue disminuyendo desde $1.1x10^{8}$ hasta $2.4x10^{5}$ $UFCxmL^{-1}$. Se puede apreciar que la mayor muerte celular ocurrió entre los 28 y 49 días de almacenamiento.

En las muestras almacenadas a temperatura de 12^{0}C, las mayores pérdidas de la viabilidad de las bacterias ocurrieron después de los 21 días con una disminución desde $1.0x10^{7}$ hasta $5.5x10^{5}$ $UFCxmL^{-1}$, las

levaduras oscilaron entre $1.1x10^8$ y $8.7x10^7$, mostrando una mejor estabilidad durante los 49 días de almacenamiento.

Tabla I: Estabilidad del inóculo en UFCxmL^{-1} a diferentes condiciones de almacenamiento

Tiempo (días)	Estabilidad de los cultivos (UFCxmL^{-1})			
	12^{0}C		ambiente (25-32 ^{0}C)	
	Bacterias	Levaduras	Bacteria	Levaduras
0	$1.0x10^7$	$1.1x10^8$	$1.0x10^7$	$1.1x10^8$
7	$1.5x10^6$	$1.0x10^8$	$7.2x10^7$	$8.6x10^8$
14	$1.5x10^6$	$3.5x10^8$	$4.6x10^6$	$3.0x10^8$
21	$4.0x10^5$	$6.6x10^6$	$1.1x10^8$	$1.5x10^7$
28	$5.5x10^5$	$1.4x10^7$	$1.1x10^7$	$1.4x10^8$
35	ND	$1.1x10^8$	ND	$3.7x10^6$
42	ND	$1.3x10^8$	ND	$9.7x10^6$
49	ND	$8.7x10^7$	ND	$2.4x10^5$

ND: No se detecta

En la tabla II, se aprecian los resultados del análisis estadístico, de varianza, del inóculo LB-1 en las condiciones de almacenamiento, estudiando los factores: temperatura y tiempo.

Se puede observar que para las bacterias el valor de probabilidad P- del factor tiempo es menor que 0.05 por lo que tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la viabilidad de las bacterias; el factor temperatura no mostró diferencia significativa, ya que el valor de probabilidades P fue mayor que 0.05 para un 95.0 % de nivel de confianza. Analizando la lavadura se detectó diferencia significativa con el factor temperatura, este efecto no fue observado con el factor tiempo.

Tabla II. Análisis de varianza para la estabilidad de las bacterias y levaduras a las diferentes condiciones de almacenamiento

Efectos Principales	Valor de probabilidad - P	
	Bacterias	Levadura
Temperatura	0.2062	0.0196
Tiempo	0.0001	0.5200

En la Fig. 1, se muestran las medias de la viabilidad en UFCxmL^{-1} de las bacterias analizando el factor tiempo y de las levaduras analizando el factor temperatura, en los cuales se detectó diferencias significativas respectivamente con respecto al valor inicial para todos los microorganismos.

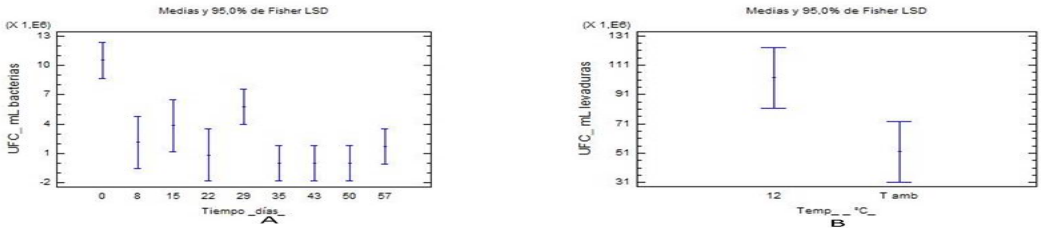


Fig. 1. Análisis estadística de la influencia de los factores temperatura (A) y tiempo (B) en las bacterias y levadura respectivamente.

Estos resultados evidenciaron lo descrito en la tabla II. Aunque no existe una diferencia significativa entre el factor tiempo para las bacterias y el factor temperatura para la levadura, Fig 1, se debe de establecer un compromiso para el tiempo de la estabilidad del inóculo donde se puedan detectar todos los microrganismos que integran el inóculo LB-1, con una concentración celular lo suficientemente alta para poder garantizar la producción del inoculante LEVAME[(7)].

Teniendo como base los resultados del análisis realizado se puede señalar que bajo las condiciones de trabajo establecidas, el inóculo LB-1 presenta estabilidad hasta los 28 días de almacenamiento.

CONCLUSIONES

1. El factor tiempo tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la viabilidad de las bacterias, no así para el factor temperatura. En la lavadura se detectó diferencia significativa con el factor temperatura, este efecto no fue observado con el factor tiempo.
2. El Inoculo LB-1 es estable hasta los 28 días de almacenamiento

RECOMENDACIONES

1. Aunque el Inoculo LB-1, es estable hasta los 28 días, se recomienda su utilización hasta los 21 día de almacenamiento.
2. Continuar con el estudio de la estabilñidad del inócolo LB-1

REFERENCIAS

1. Higa, T. (1991). Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. p.8-14. InJ.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
2. Microorganismo Efectivos, (2008). Los espíritus buenos del microcosmos EM (pdf) http://www .microorganismos-efectivos.com Recuperado 4/Febrero/2008.
3. Higa, T. and G.N. Wididana (1991). The concept and theories of Effective microorganisms. p. 118-124. In Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
4. Díaz de Villegas ME *et al* (2014). Evaluación de cepas de colección para la producción del inoculo LB-1 (microorganismos eficientes). Resumen del Congreso Internacional LABIOFAM 2014, 22-25 Septiembre 2014, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba.
5. Agar nutritivo WL | 110866 - Merck Millipore. https://www.merckmillipore.com/INTL/es/.../WL-nutrient-agar,MDA_CHEM-110866. Recuperado 24/Marzo/2017.
6. Statgraphics. Programa Statgraphics. Centurion XV. 2007.
7. Ortega, Grisel, et al. Estudio de estabilidad del bioproducto LEBAME. Rev. ICIDCA. 2015, Vol. 49, No. 3, 3-8. ISSN. 0138-6204

EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS* SOBRE EL CULTIVO DE REMOLACHA (*BETA VULGARIS* L.)

EFFECT OF *GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS* INOCULATION ON BEET CROP (*BETA VULGARIS* L.)

Autores: Guevara, Y[1]., Gómez, E[1]., San Juan, A. N[1] y Hernández, A[2].

1. UEB Bioprocesos CUBA-10 del (ICIDCA). Pablo Noriega, Quivicán. Mayabeque.
E-mail: **invesc10@enet.cu**
2. Ministerio de la Agricultura. MINAG. Conill y Boyeros. Ave Independencia. La Habana. Cuba.
E-mail: **epsemillas1@oc.minag.gob.cu**

RESUMEN

*Gluconacetobacter diazotrophicu*s, bacteria endófita que posee amplias perspectivas de empleo para la elaboración de biofertilizantes debido a su potencial para la estimulación del crecimiento vegetal. Dentro de sus características se incluyen la capacidad de fijar nitrógeno, solubilizar nutrientes minerales y producir diversas auxinas, principalmente ácido indolacético. El ensayo se realizó en áreas del Organopónico Pablo Noriega, donde se estudiaron dos tratamientos, T1: Testigo y T2: Inoculado, se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas; el producto obtenido mediante fermentación sumergida se aplicó por aspersión luego de establecido el cultivo de remolacha. Al finalizar el ciclo del cultivo se evaluaron variables de desarrollo vegetativo y productivo. La inoculación de esta bacteria demostró que estimula la zona radical con un incremento del 30% del diámetro y 40% el peso de las raíces, respectivamente. La parte aérea de la planta no mostró diferencias entre los tratamientos testigo e inoculado.

Palabras claves: *Gluconacetobacter diazotrophicu*s; remolacha; biofertilizantes, endófita.

ABSTRACT

*Gluconacetobacter diazotrophicu*s, endophitic bacteria having an ample perspectives of using it to elaborate biofertilizers due to its potential for the estimulation plant growth. Among its characteristics the capacity of nitrogen- fixing, minerals nutrients solubilizers and produce various auxins, mainly acid indoleacetic may be included. The test was performed in Pablo Noriega´s organoponic areas where two treatments were studied, T1: control and T2: Inoculated, it was used a randomized block design with three replications; the product obtained through submerged fermentation was applied by aspersers after the beet crop has been established. Variables of the vegetative and productive development were evaluated at the end of the crop cycle. The inoculation of this bacteria proved that it stimulates the radical zone with increments of 30% the diameter and of 40% the weight of the roots, respectively. The aerial part of the plant didn´t show any differences between control or inoculated treatments.

Key words: *Gluconacetobacter diazotrophicu*s; beet; biofertilizers.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos endófitos, y en especial *Gluconacetobacter diazotrophicus*, tiene amplias perspectivas de empleo para la elaboración de biofertilizantes que permitan disminuir los esquemas tradicionales de fertilización química y que a su vez generen un impacto positivo sobre el suelo donde son aplicados y sobre el incremento de los rendimientos. Dentro de su potencial metabólico se describe la posibilidad de fijar nitrógeno proveniente de la atmósfera, de producir fitohormonas como ácido Indol acético (AIA) y ácido giberélico (GA), la solubilización en condiciones *in vitro* de fósforo y zinc y el biocontrol de fitopatógenos como *Colletothrichum falcatum, Xanthomonas albilineans* y el nematodo *Meloidogyne incognita* (1). A ello se le une su probada presencia en diferentes cultivos incluyendo café, piña, millo, arroz y hortalizas (2).

Los resultados positivos de su inoculación en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), sorgo (*Sorgum bicolor* L. Moench.), maíz (*Zea mays* L.), malanga (*Xanthosoma* spp.), boniato (*Ipomoea batata* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) refuerzan las perspectivas de poder utilizar con éxito esta bacteria en la elaboración de inoculantes. Sin embargo, en Cuba aún no existe un producto comercial, elaborado a partir de este microorganismo (3).

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto agrobiológico de la inoculación de *Gluconacetobacter diazotrophicus* sobre el cultivo de la remolacha (*Beta Vulgaris* L.) al término de su ciclo vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en condiciones de campo abierto, en áreas del organopónico Pablo Noriega, perteneciente a la Empresa 19 de Abril del Municipio Quivicán.
Se estudiaron dos tratamientos T1: Testigo y T2: Inoculado con *Gluconacetobacter diazotrophicus*, donde se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas, utilizando como bloques los canteros (24 m^2).

El biopreparado obtenido en condiciones de producción alcanzó una concentración bacteriana del orden de 1,4 x10 ^{9} UFC. ml^{-1}. La inoculación se realizó por aspersión, con ayuda de una mochila de 16 litros, a una dosis equivalente de 2 L/ha. Al final de la cosecha tanto para la variante testigo como la inoculada se evaluaron variables de desarrollo vegetativo y productivo.

Las variables evaluadas fueron:

1. Altura de las plantas (cm)
2. Diámetro de la raíz (cm)
3. Peso promedio de la raíz (g)
4. Rendimiento (tn/ha)

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa Startgraphs con la prueba “t” de Student al 5% de significación.

Se cuantificó además la concentración de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en el interior de las hojas y raíces del cultivo, para lo que se utilizó el procedimiento descrito por Loganathan (4), así como las normas internacionales ISO 4833:1991 (1991) e ISO 6887.1993 (1993).

Se realizaron dos muestreos, el primero a los 15 días y el segundo a los 30 días posteriores a la inoculación del microorganismo. Los datos se promediaron para la valoración final de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos para las diferentes variables de desarrollo vegetativo y productivo evaluadas en el cultivo de la remolacha (*Beta Vulgaris* L.) al término de la cosecha una vez inoculado el microorganismo endófito *Gluconacetobacter diazotrophicus.* Estos resultados constatan la estimulación que el microorganismo provoca en las diferentes variables agronómicas.

Tabla I. Efecto agrobiológico de la inoculación de *Gluconacetobacter diazotrophicus sobre* el cultivo de la remolacha.

Variante	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la raíz (cm)	Peso de la raíz (g)	Rendimiento (tn/ha)
T1 (Testigo)	40,6 b	5,10 b	48,35 b	22.51 b
T2 (Inoculada)	40,8 a	7,01 a	98,75 a	30.5 a
Esx	1.63	0,34	6,85	0,71
CV (%)	3.73	5,79	6,42	10,04

Medias con letras distintas difieren significativamente al 5%.

Los efectos positivos, descritos por (5) y (6) para los cultivos de boniato, malanga, papa, papaya y yuca, demuestran que una vez establecida la bacteria en el interior del vegetal y desatada su maquinaria metabólica se logran efectos positivos sobre diferentes variables del crecimiento y desarrollo que se revierten en el rendimiento.

La parte área de la planta no mostró diferencias significativas, sin embargo, se aprecia el incremento entre un 30% y 40% al finalizar el ciclo de cultivo para el diámetro y peso de las raíces, siendo este el resultado de mejor funcionamiento integral en la variante inoculada con respecto a la variante testigo; así como también se observa un favorable incremento en el rendimiento para la variante inoculada.

En la Tabla II se observa en ambos tratamientos que a los 15 y 30 días existe la presencia del microorganismo en el interior de las hojas y raíces del cultivo. Se aprecia además una tendencia hacia el incremento de la concentración para la variante inoculada. Este comportamiento de los valores de concentración bacteriana obtenidos en diferentes órganos coincide con los referidos en la literatura para microorganismos endófitos (7) y (5).

La presencia del microorganismo en el interior de las hojas y raíces del cultivo apoya la idea de su asociación con cultivos ricos en sacarosa (5).

Tabla II. Concentración en UFC g de tejido fresco^{-1} de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en el interior del cultivo de la remolacha.

Variante	Órganos	Tiempo	
		15 días	30 días
Testigo	Hojas	1.5×10^3	1.1×10^4
	Raíces	1.2×10^2	$1,0 \times 10^2$
Inoculado	Hojas	2.7×10^4	1.9×10^6
	Raíces	1.4×10^4	$1,6 \times 10^5$

El efecto estimulador es mayor en las plantas inoculadas ya que como se puede apreciar en dicha tabla la bacteria alcanza una mayor concentración en las mismas, lo que permite estimular su crecimiento y desarrollo, efecto mostrado desde los 15 días posteriores a la inoculación.

CONCLUSIONES

La inoculación de *Gluconacetobacter diazotrophicus* permite el incremento del diámetro y el peso de la raíz entre un 30 y un 40 %, lo que se traduce en un mayor rendimiento del cultivo de la remolacha; mientras que la parte aérea de la planta no mostró diferencias entre los tratamientos testigo e inoculado.
Se constata que el microorganismo es capaz de establecerse y multiplicarse en el interior de hojas y raíces, favoreciendo positivamente el desarrollo del cultivo de la remolacha.

REFERENCIAS

1. Dibut Álvarez, Bernardo *et al*. Estudio de la asociación *Gluconacetobacter diazotrophicus*-viandas tropicales establecidas sobre suelo ferralítico rojo. Determinación del método de inoculación más eficiente para la incorporación de *g. diazotrophicus* en los cultivos de boniato, yuca y malanga. Revista Cultivos Tropicales. 2011. vol.32, num. 4, pp. 20-26. ISSN impreso: 0258-5936. ISSN digital: 1819-4087.
2. Madhaiyan, M.; Saravanan, V. S.; Bhakiya Silba Sandal Jovi, D.; Lee, H.; Thenmozhi, R.; Haris, K y Sa, T. M. Ocurrence of *Gluconacetobacter diazotrophicus* in tropical and subtropical plants of Western Gahts, India. Microbiol. Res. pp: 233-243. Vol. 159, Abril, 2004. Disponible en: http://www.scienciedirect.com. Fecha de Consulta: 9 de diciembre 2016.
3. Ríos Rocafull, Yoania., Marcia Rojas Badia**.**, Marisel Ortega García**.**, Bernardo Dibut Álvarez y Janet Rodríguez Sánchez. Aislamiento y caracterización de cepas de G*luconacetobacter diazotrophicus*. Revista Cultivos Tropicales. 2016. vol. 37, núm. 1, pp. 34-39. ISSN: 0258-5936.
4. Loganathan, P., R. Sunlta., A.K. Parlda y S. Nair. Isolation and characterization of two genetically distant groups of *Acetobacter diazotrophicus* from a new host plant *Eleusine coracana* L. J. Appl. Microbiol. pp:167-172. Vol 87, Abril, 1999. ISSN:1365-2672. Disponible en: http://onlinelibrary.wiley.com. Fecha de Consulta: 9 de diciembre 2016.
5. Dibut Álvarez, Bernardo *et al*. Presencia y uso de microorganismos endófitos en plantas como perspectiva para el mejoramiento de la producción vegetal. Revista Cultivos Tropicales. pp: 13-17. Vol 25, 2, 2004. Disponible en: http://www.redalyc.org. Fecha de Consulta: 12 de enero 2017.
6. Dibut Álvarez, Bernardo *et al*. Nuevos aislados de Gluconacetobacter diazotrophicus en cultivos de importancia económica para Cuba. Revista Cultivos Tropicales. pp: 5-10. Vol 26, 2, 2005. Disponible en: http://www.redalyc.org. Fecha de Consulta: 12 de enero 2017.
7. Hallman, J; A. Quadt-Hallmann, W.F. Mahaffee y J.W. Kloepper. Bacterial endophytes in agriculture crpos. Review Synthese. Can. J. Microb. pp: 895-914. Vol 43, Julio, 1997. http://www.nrcresearchpress.com. Fecha de Consulta: 20 de enero 2017.

Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados
DIVERSIFICACIÓN 2017

AVANCES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO VECTOR BINARIO p1300LCC2 PARA LA TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE *ASPERGILLUS ORYZAE* MEDIADA POR *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS*

PROGRESS IN THE CONSTRUCTION OF THE NEW BINARY VECTOR p1300LCC2 FOR THE GENETIC TRANSFORMATION OF *ASPERGILLUS ORYZAE* MEDIATED BY *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS*

Autores: Borroto, J. F.[1]*, González, T.[1], Amores, I.[1] y González, A.[2]

[1]Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central, PO Box: 4026, CP: 11000, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.
[2]Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO). Nicolás Cabrera 1, Campus de Cantoblanco, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), CP: 28049, Madrid, España.
* e-mail: jorge.borroto@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La transformación mediada por *Agrobacterium tumefaciens* (TMAT) se ha convertido en una técnica común para el estudio de una gran variedad de especies de hongos. Se ha demostrado que este método de transformación es más eficiente y brinda excelentes resultados. Las lacasas son enzimas de gran interés debido a su capacidad para oxidar la lignina y degradar compuestos fenólicos y no fenólicos, así como residuos altamente resistentes a la degradación. Nuestro grupo de investigación pretende desarrollar un nuevo vector binario para la TMAT del hongo filamentoso *Aspergillus oryzae,* que permita la expresión heteróloga de estas enzimas en este microorganismo. Se construyó el nuevo vector binario p1300V3 conteniendo el gen *gus* bajo el promotor GAP de *Candida utilis* y el marcador de selección próximo al extremo izquierdo del T-ADN. También se construyó el vector pNZYxlcc2s conteniendo el gen de lacasa lcc2, ambos vectores serán precursores del vector binario final p1300lcc2.

PALABRAS CLAVE: *Aspergillus oryzae*, vector binario, clonaje, recombinante, expresión heteróloga

ABSTRACT

Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation (TMAT) has become a common technique for the study of a wide variety of fungal species. This transformation method has been shown to be more efficient and yields excellent results. Laccases are enzymes of great interest because to its ability to oxidize lignin and degrade phenolic and non-phenolic compounds, as well as highly degradation resistant residues. Our research group intends to develop a new binary vector for the TMAT of the filamentous fungus *Aspergillus oryzae*, which allows the heterologous expression of these enzymes in this microorganism. The new binary vector p1300V3 was constructed containing the gus gene under GAP promoter of *Candida utilis* and the selection marker near the left end of the T-DNA. Also was constructed the vector pNZYxlcc2s containing the lcc2 laccase gene, both vectors will be precursors of the final binary vector p1300lcc2.

KEY WORDS: *Aspergillus oryzae*, binary vector, cloning, recombinant, heterologous expression

INTRODUCCIÓN

La capacidad de introducir ADN foráneo en hongos es un pilar moderno en la genética de hongos. El descubrimiento de que el rango de hospederos de *Agrobacterium tumefaciens* puede ser extendido a hongos bajo condiciones de laboratorio ha proveído un eficiente sistema de transformación genética para este grupo de microorganismos. La TMAT se ha convertido en una técnica común para el estudio de una gran variedad de especies de hongos, pues permite, entre otras cosas, la mutagénesis aleatoria, la introducción de genes reporteros y la modificación dirigida del genoma (Frandsen, 2011), haciéndola muy útil para su empleo en Biotecnología. Se ha demostrado que este método de transformación es más eficiente y brinda mejores resultados para la transformación de hongos (Michielse et al. 2005).

Las lacasas son enzimas que han ganado creciente interés debido a su capacidad para oxidar la lignina y degradar compuestos fenólicos y no fenólicos, así como residuos altamente resistentes a la degradación. Han sido usadas en síntesis orgánica, en la industria textil, en la de pulpa y papel, alimentaria, cosméticos, en biosensores, y en la biorremediación de herbicidas, pesticidas y ciertos explosivos en el suelo. Las lacasas secretadas de manera natural no suelen ser adecuadas para su uso a gran escala, debido a los bajos rendimientos de su producción y a los altos costos de la preparación/purificación. La producción de la enzima recombinante en microorganismos fácilmente cultivables ha incrementado la productividad, reducido los costos de producción y permitido obtener rendimientos adecuados para su comercialización y aplicaciones prácticas.

Nuestro grupo de investigación pretende desarrollar un nuevo sistema para la transformación genética del hongo filamentoso *Aspergillus oryzae* que permita a su vez la expresión heteróloga de estas enzimas para su uso en la biorremediación de efluentes contaminantes de la agroindustria azucarera cubana. El principal objetivo de este estudio es la construcción de un nuevo vector binario que contenga el gen *lcc*2 del hongo basidiomiceto *Trametes* sp cepa I-62 bajo un promotor adecuado (GPD de *A. nidulans* y CaMV35S) para su expresión heteróloga en *A. oryzae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepas y condiciones de cultivo:

Las cepas de *Escherichia coli* Top 10 y DH5α se usaron para la construcción, propagación y conservación de los plásmidos empleados en el presente estudio. Fueron crecidas en medio LB (Sambrook et al., 1989) a 37°C. Cada una de las cepas recombinantes usadas u obtenidas en este estudio fueron crecida en medio LB conteniendo un antibiótico adecuado para su selección, como se indica a continuación: *E. coli* Top 10 lcc2 (LB + Amp 100 µg/ml), *E. coli* Top 10 pBI121 (LB + Km 50 µg/ml), *E. coli* Top 10 pCAMBIA-HPH (LB + Km 50 µg/ml), *E. coli* Top 10 pCAMBIA-1300V3 (LB + Km 50 µg/ml) y *E. coli* DH5α pNZY28xlcc2s (LB + Amp 100 µg/ml).

Manipulación de ADN y construcción de plásmidos:

Todas las manipulaciones de ADN se realizaron de acuerdo con protocolos estándar (Sambrook et al., 1989). La Tabla 1 brinda una panorámica de los plásmidos utilizados en este estudio.

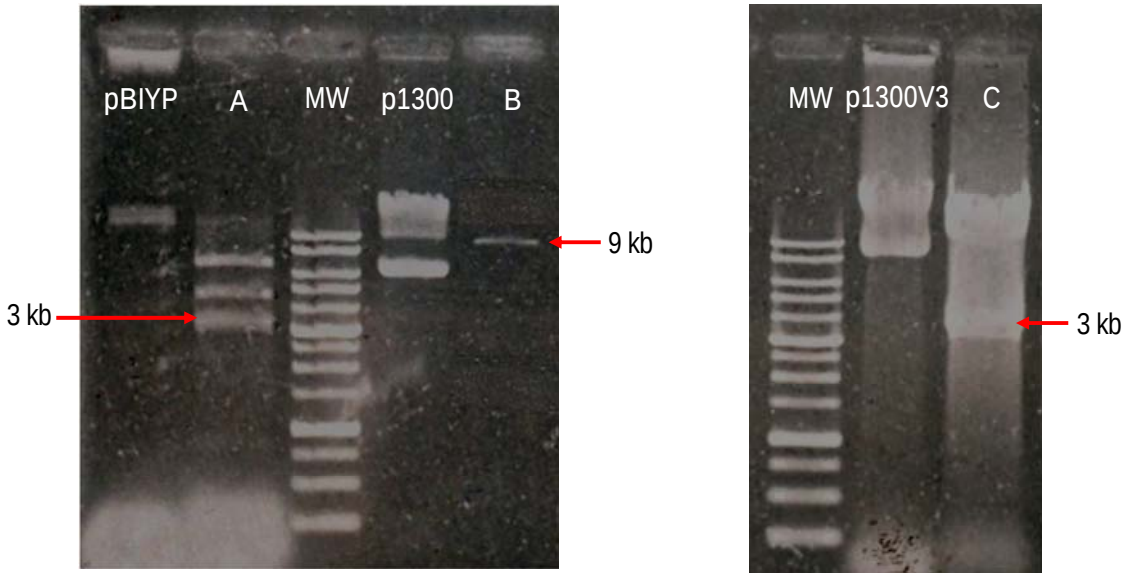
Tabla I. Plásmidos usados en este estudio.

Plásmidos	Características	Referencias
pCAMBIA1300	- Vector binario para la transformación de plantas. Contiene el gen *npt*II para la selección por Kanamicina en plantas y bacterias y el gen *GUS* bajo el CaMV35S como reportero	http://www.cambia.org/2010
pBIYP	- Derivado de pBI121 con el promotor GAP de *C. utilis* previo al *GUS* y al casete *npt*II para screening y selección	González et al., 2013

	por geneticina en levaduras	
p1300V3	- Vector binario para la transformación de levaduras. Contiene el gen gus bajo el promotor GAP de *C. utilis*.	Este estudio
pNZY28-A	- Vector comercial diseñado para el clonaje rápido y eficiente de productos de PCR con A protuberantes.	http://www.nzytec.com/2015

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El vector binario p1300V3 fue construido a partir del plásmido pCAMBIA1300 y pBIYP previamente digerido con las enzimas *Hin*dIII y *Eco*RI **(Fig. 1A)**. La ligación de pCAMBIA linearizado con el casete liberado de pBIYP permitió obtener el vector p1300V3, el cual fue chequeado a través de la digestión con las enzimas correspondientes **(Fig. 1B)**.
Esta construcción constituye un nuevo vector binario con el gen reportero gus ubicado cerca del extreme 3' del T-DNA y el marcador de resistencia próximo al extremo 5'. Esto garantizará que todos los transformantes el gen reportero completo, evitando la perdida de nucleótidos en este sitio. Este es el primer reporte de un vector binario conteniendo Higromicina como marcador de selección y el gen gus bajo un promotor de levaduras (pudiera funcionar en hongos filamentosos) para su transformación vía TMAT.



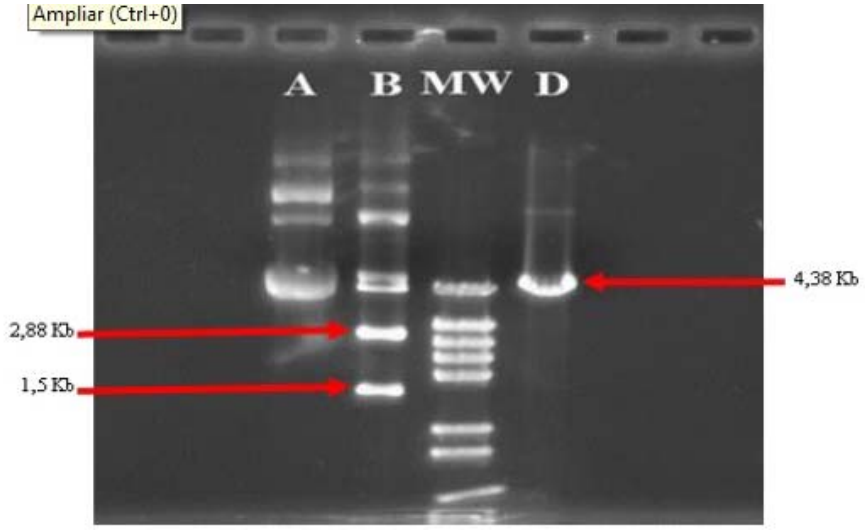
A: pBIYP digestion *Hin*dIII/*Eco*RI
B: p1300 digestion *Hin*dIII/*Eco*RI
MW: molecular weight marker (1 Kb DNA Ladder)

C: p1300V3 digestion *Hin*dIII/*Eco*RI
MW: molecular weight marker
(1 Kb DNA Ladder)

Figura 1. Vector binario p1300V3 proveniente pBIYP (A) y pCAMBIA1300 (B), y chequeo del plásmido por digestión con enzimas de restricción (C).

El vector pNZY28xlcc2s (4,38 Kb) **(Fig. 2D)** se obtuvo mediante la ligación del vector comercial pNZY28-A (2,88 Kb) y la banda xlcc2s (1,5 Kb) amplificada mediante PCR y posteriormente purificada. El chequeo de esta construcción mediante su digestión con la enzima *Eco*RI permite apreciar la liberación una banda de 1,5 Kb y otra de 2,88 Kb **(Fig. 2B)**, consistentes con el gen *lcc*2

y el vector pNZY28-A, respectivamente. Una construcción final en la que se sustituirá el gen *gus* de p1300V3 por el gen lcc2 contenido en pNZY28xlcc2s permitirá obtener el vector binario final p1300lcc2, óptimo para la transformación de *A. oryzae* vía TMAT para su posterior expresión de lacasa recombinante.



A: pNZY28xlcc2s
B: pNZY28xlcc2s digerido con *Eco*RI
MW: marcador de peso molecular Ø 29/*Hin*dIII
D: pNZY28xlcc2s digerido con *Hin*dIII

Figura 2. Vector pNZY28xlcc2s construido a partir del plásmido comercial pNZY28-A y el producto de PCR xlcc2s (gen de lacasa lcc2 de *Trametes* sp I-62 con adaptadores *Sac*I y *Xba*I).

CONCLUSIONES

1. Se construyó un nuevo vector binario (p1300V3) conteniendo el marcador de resistencia próximo al extremo 5' del T-ADN y el gen reportero *gus* cercano al extremo 3' para evitar la pérdida de nucleótidos.
2. Se realizó el clonaje del gen de lacasa *lcc*2 (con adaptadores *Sac*I y *Xba*I) de *Trametes* sp I-62 en el vector pNZY28 diseñado para clonar productos de PCR con adeninas protuberantes.

REFERENCIAS

1. Frandsen, R. A guide to binary vectors and strategies for targeted genome modification in fungi using *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation. Journal of Microbiological Methods, 2011, 87, 247-262. ISSN.
2. Michielse C, Hooykaas P, van den Hondel C, Ram A. Agrobacterium-mediated transformation as a tool for functional genomics in fungi. Current Genetics, 2005, 48,1-17.ISSN.
3. Sambrook, J., Fritsch, E.F. y Maniatis, T. Molecular Cloning: A laboratory manual. Segunda edición. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. ISBN.
4. González, T., Eng, F., Fraga, R., Fonseca, J., Amores, I. The glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase promoter of the food yeast *Candida utilis* strain NRRL Y-660 is functional in *Agrobacterium tumefaciens*. Journal of Applied Genetics, 2013, 54, 495-499. ISSN.

CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE *LACTOBACILLUS PENTOSUS* LB-31 EN MEDIOS CON MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR

KINETICS OF GROWTH OF *LACTOBACILLUS PENTOSUS* LB-31 IN CULTURAL MEDIA WITH SUGAR CANE MOLASSES

Sosa-Cossio, D[1]*, García-Hernández, Y[1], Dustet-Mendoza, J.C.[2] y Albelo-Dorta, N[1]

[1]Departamento de Fisiología y Bioquímica, Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
[2]Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Calle 127 s/n Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba.
* dsosa@ica.co.cu

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar medios de cultivo con miel de caña de azúcar para la producción de *Lactobacillus pentosus* LB-31 como aditivo microbiano destinado a la producción animal. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado para monitorear el crecimiento de la bacteria (ufc·mL-1) a las 0, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 18, 20 y 24 h. Además, se determinó el consumo de sustrato y el pH. La cepa LB-31 tuvo un comportamiento similar al control en los medios con miel final. Los valores de pH y las velocidades máximas de crecimiento fueron inferiores en todos los medios con mieles con respecto al control y, consecuentemente, el tiempo de duplicación de la biomasa fue superior. Se concluye que los medios de cultivo con miel de caña de azúcar pudieran ser una alternativa para el crecimiento de *L. pentosus* LB-31 a escalas superiores.
PALABRAS CLAVE: bacteria ácido láctica, aditivo microbiano, fermentación

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluated culture media with sugarcane molasses for the production of *Lactobacillus pentosus* LB-31 as a microbial additive to animal production. A completely randomized design was used to monitoring the growth of bacteria (ufc·mL^{-1}) at 0, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 18, 20 and 24 h. In addition, substrate consumption and pH were determined. The strain LB-31 had similar behavior to control in the media with molasses. The pH values and the maximum growth rates were lower in all molasses media than the control and, consecutively, the biomass doubling time was higher. It is concluded that the culture medias with sugarcane molasses could be an alternative for the growth of *L. pentosus* LB-31 at higher scales.
KEY WORDS: lactic acid bacteria, microbial additive, fermentation

INTRODUCCIÓN

El empleo de aditivos microbianos, como los probióticos, en la alimentación animal contribuye a la mejora de la salud y mayor aprovechamiento de los alimentos, lo que permite incrementar los rendimientos productivos y consecuentemente, la disponibilidad y calidad de leche, carne y huevos destinados a la población [1]. En este sentido, el Instituto de Ciencia Animal (Mayabeque, Cuba), durante más de 10 años, desarrolló un grupo de proyectos para la obtención de aditivos microbianos. A partir de los resultados principales de estos proyectos se seleccionaron un grupo de cepas como las de mayor interés para el desarrollo de aditivos microbianos que incrementen la salud y rendimientos productivos de los animales. Una de estas cepas es, de origen aviar, que en ensayos *in vivo* con pollos de ceba, truchas arco iris y cerdos en crecimiento mostró actividad probiótica a través de indicadores morfo-fisiológicos, inmunológicos,

productivos y de salud [2] y [3]. Sin embargo, aún no se define el proceso tecnológico para el desarrollo de este bioproducto, que posteriormente podrá comercializarse y emplearse en los sistemas ganaderos cubanos. Además, la viabilidad celular, los medios de cultivo y las condiciones del proceso dependen de las características fisiológicas de la cepa empleada para estos fines y del fabricante [4]. De ahí que, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar medios de cultivos más económicos para la obtención de un aditivo microbiano con *Lactobacillus pentosus* LB-31 destinado a la producción animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones en cada horario de muestreo (0, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24 h). Los medios de cultivo a estudiar son los siguientes: M1 (control): MRS [5]; M6: [6]; M5: [6] más citrato de amonio y acetato de sodio.

Se empleó la cepa *Lactobacillus pentosus* (LB-31) perteneciente al Banco de Microorganismos del Departamento de Fisiología y Bioquímica del Instituto de Ciencia Animal (Mayabeque, Cuba). Está se activó mediante dos subcultivos en caldo MRS a 37ºC y 18-24 h de incubación. Se utilizó un inóculo que se le ajustó su densidad óptica a 600 nm de 0,125 equivalente a 10^7 ufc·mL^{-1}. Se utilizaron erlenmeyers de 100 mL de capacidad con 50 mL de sustrato, que se inocularon con la suspensión microbiana según tratamiento experimental a razón 1/10 y se incubaron a 37ºC. Se tomaron muestras del cultivo en todos los horarios, se realizaron diluciones seriadas y siembras del cultivo en placas Petri con agar MRS que se incubaron de 24-48 h para determinar las ufc·mL^{-1}. Además, se determinó el consumo de sustrato al final de la fermentación según [7] con inversión de la sacarosa para los medios con mieles y se realizaron mediciones de pH en pHmetro digital (Sartorius, Alemania) de precisión ±0,01 unidades. A partir de los resultados de log ufc·mL^{-1} en la fase exponencial se determinó la velocidad máxima de crecimiento de la cepa por regresión lineal y se calculó el tiempo de duplicación (td), según la ecuación siguiente [8]: $t_d = \frac{\ln 2}{\mu}$

Los datos experimentales se procesaron con el paquete estadístico Infostat [9]. La comparación entre las medias se realizó a través de la dócima de [10] ($P<0,05$). En el caso de la variable unidades formadoras de colonia por mililitros que no cumplió con los supuestos teóricos se transformó según log ufc·mL^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la comparación de la cinética de crecimiento de *L. pentosus* LB-31 en los medios con melaza (M5 y M6) con el medio control (M1). Se observa que la fase de adaptación de la cepa en caldo MRS es de 2 h, obteniéndose las mayores concentraciones a partir de las 8 h de fermentación con valores entre 8,59 y 8,85 log ufc·mL^{-1}, que corresponde a la fase estacionaria. Con respecto a este medio, la fase de adaptación del lactobacilo fue igual en M6 mientras que en M5 se extendió hasta las 4 horas de fermentación. En el caso de la fase estacionaria, esta se alcanzó a las 12 h para el medio M5 y a las 8 h de fermentación para M6. También debe destacarse que la incorporación de sales en el medio de cultivo (M5) incrementó la concentración de la cepa LB-31, obteniéndose valores sin diferencias con el control a las 12 h de fermentación.

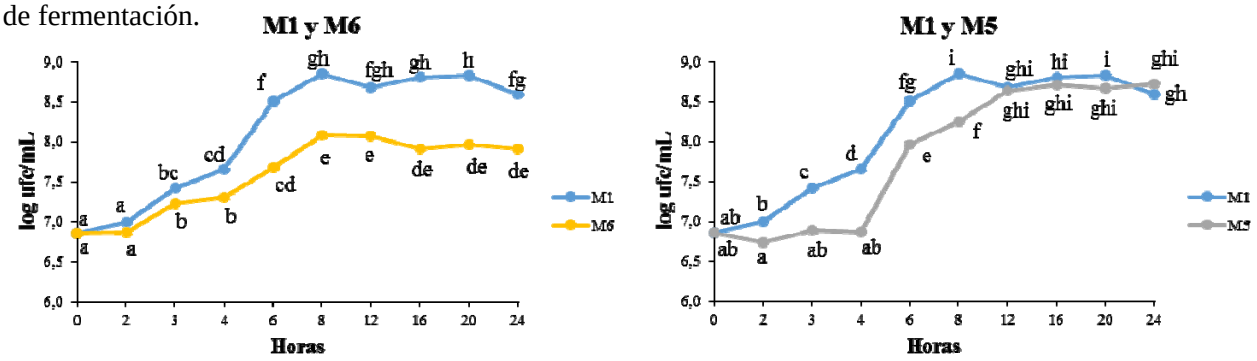


Figura 1. Comparación de la cinética de crecimiento de *L. pentosus* LB-31 en el medio control (M1) con los medios M5 (EE±0,08; P<0,0001) y M6 (EE±0,09; P<0,0001) a 37 ºC durante 24 h.

La tabla I muestra el consumo de sustrato y las características de crecimiento de la cepa LB-31 en los diferentes medios en estudio. Como se observa las velocidades máximas de crecimiento fueron inferiores en todos los medios con mieles con respecto al control y, consecuentemente, el tiempo de duplicación de la biomasa fue superior. Estos resultados coinciden con los reportados en la literatura para el crecimiento de cepas de lactobacilos. Por otra parte, el porcentaje de consumo de sustrato de la bacteria en el medio M5 es similar al del medio control, lo que está en correspondencia con los resultados de ufc·mL^{-1}.

Tabla I. Características del crecimiento de la cepa LB-31 y consumo de sustrato en los medios con melaza

	M1	M5	M6
Fase exponencial (h)	3-8	4-12	3-8
Velocidad máxima de crecimiento (h^{-1})	0,69	0,46	0,39
Tiempo de duplicación (h)	1,00	1,51	1,78
R^2	0,97	0,81	0,99
Consumo de sustrato (%)	74,8	75,2	45,7

En la figura 2 se presenta el comportamiento del pH de los medios de cultivo durante el crecimiento del lactobacilo. Este indicador, después de la inoculación, difirió entre tratamientos, debido a la composición de los medios donde se incluyó la miel de caña de azúcar como fuente de energía. No obstante, durante el crecimiento del microorganismo, el pH de todos los medios disminuyó en 24 horas hasta valores inferiores a 3,9.

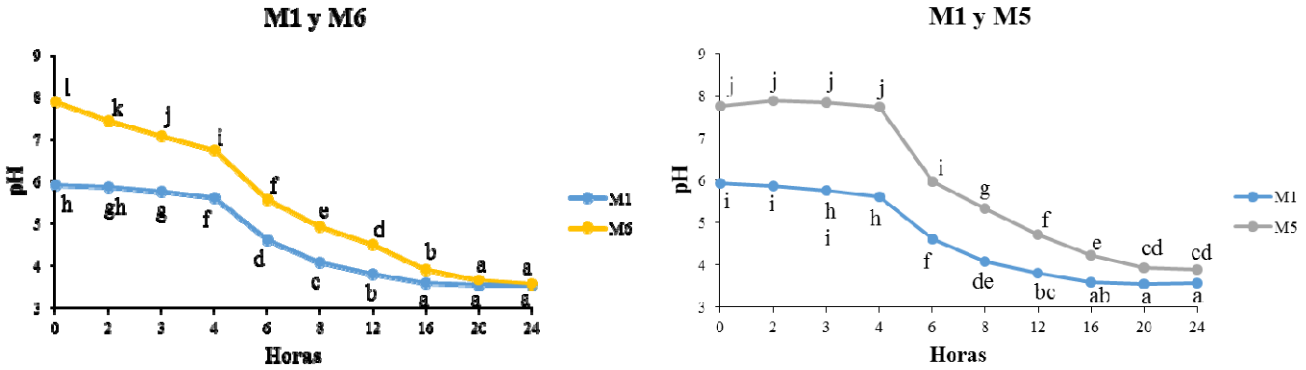


Fig. 2 Comparación del comportamiento del pH en el medio control (M1) y los medios M5 (EE±0,08; P<0,0001) y M6 (EE±0,09; P<0,0001) inoculados con la bacteria LB-31.

CONCLUSIONES

Los medios de cultivo con miel de caña de azúcar pudieran ser una alternativa para el crecimiento de *L. pentosus* LB-31 a escalas superiores. El medio M5 ofreció las mayores concentraciones de la cepa LB-31, pero debe valorarse la posibilidad de evaluar el resto a nivel de biorreactor de laboratorio con condiciones de agitación y aireación.

REFERENCIAS

1. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1. 2002.

2. García Hernández, Yaneisy. "Obtención de microorganismos con actividad probiótica a partir de excretas de pollos de ceba fermentadas." Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 2011.
3. Ayala, L; García Hernández, Y; Savón, L.L; Boucourt, R; Castro, M; Herrera, M. "Evaluación de la actividad probiótica del Lactobacillus pentosus en indicadores de salud y productivos de cerditos destetados". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 2014, vol 21, núm. 3, pp. 130.
4. Saxelin, M; Grenov, B; Svensson, U; Fondén, R; Reniero, R; Mattila Sandholm, T. The technology of probiotics. Trends in Food Science & Technology, 1999, vol 10, pp. 387-392.
5. De Man, J.C; Rogosa, M; Sharpe, M.E. "A medium for the cultivation of Lactobacilli". Journal of Applied Microbiology, 1960 vol 23, núm. 1, pp. 130-135.
6. Sánchez, M.I; Santos, A; Dustet, J.C; Guerra, G; León, T; Argüelles, J; Ramos-Leal, M; Manzano, A.M; Casado, G; Gómez, B. "Estudio fisiológico de una cepa de levadura con potencialidades para el enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar". Revista CENIC Ciencias Biológicas, 2007, vol 38, pp. 1.
7. Miller, G. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reduction sugar. Anal Chem. 1959, vol 31, núm. 3, pp 426- 428.
8. Prescott, L.M; Harley, J.P; Klein, D.A. Capítulo 6. Crecimiento microbiano. En: Microbiología, Parte II Nutrición, crecimiento y control de los microorganismos. Cuarta edición. McGraw-Hill•Interamericana de España, S.A.U, 2003. p. 114-136.
9. Di Rienzo, J.A; Casanoves, F; Balzarini, M.G; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: http://www.infostat.com.ar.
10. Duncan, D.E. Multiple range and multiple F. test. Biometrics, 1955 vol 11, pp. 1.

AVANCES EN EL USO DE LOS BIOPRODUCTOS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE FRUTALES

PROGRESS AND USE OF BIOPRODUCTS IN THE FRUIT PROGRAM

Lorente, E; Méndez, N.
Ministerio de la Agricultura .Departamento de Suelos y Fertilizante. La Habana. Cuba.
programas@oc.minag.gob.cu

RESUMEN
El trabajo se realizó por el Departamento de Suelos y Fertilizantes del MINAG a nivel nacional en los años 2015 – 2016 a lo largo de todo el país, por el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, con el objetivo de potenciar el conocimiento en el movimiento de frutales por las diferentes Instituciones del país. El trabajo se realizó a partir de los años 2015 -2016 de la información estadística de las diferentes Direcciones Provinciales de Suelos y Fertilizantes. Este programa presenta gran impacto en las cooperativas de frutales dado que su empleo se preserva el medio ambiente y se incrementan los rendimientos en los cultivos , por la importancia que reviste la producción de frutas frescas para el turismo lográndose utilizar los productos de Nitrofix, Fitomas , Microorganismos Eficientes entre otros
Palabras Claves .*Bioproductos*, Frutales, Suelos.

ABSTRACT
The work was carried out in the years 2015 - 2016 throughout the country, by the Department of Soils and fertilizers of the Ministry of Agriculture with the aim that the movement of fruit trees knows and uses the Bioproducts by the different Institutions of the country. This program has a great impact on fruit cooperatives since its use preserves the environment and increases yields in crops, due to the importance of the production of fresh fruits for tourism, being able to use the products of Nitrofix, Fitomas, Efficient Microorganisms among others
Keywords .Bioproducts, Fruit trees, Soils

INTRODUCCIÓN

El Ministerio de la Agricultura desarrolla un Programa Nacional para la recuperación y desarrollo de los bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes, con el propósito de sustituir importaciones y fortalecer estructuras empresariales, a partir del desarrollo científico-técnico alcanzado por los diferentes Institutos relacionados con el programa agroalimentario del país. El empleo de la inoculación con microorganismos benéficos, en los cultivos permite ahorrar fertilizantes minerales a niveles que varían entre 25 y el 50 por ciento; además, con el uso de esta tecnología se realiza una importante contribución a la protección del medioambiente y se incrementan los rendimientos entre 10 y 20 por ciento.(2),(5).
En Cuba se producen y aplican bioproductos para suplementar la nutrición de la plantas y el control de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas, para ello están disponibles, biofertilizantes, bioestimulantes, entomopatógenos, entomófagos y antagonistas., que contribuyen a disminuir la carga tóxica y obtener cosechas sanas, y el ahorro de divisas por importación de agroquímicos. Por la importancia que reviste la producción de frutas frescas para el turismo y el país se introduce el programa de los bioproductos en el movimiento de las cooperativas de frutales (2)
El objetivo de este trabajo es difundir el avance, uso y manejo adecuado de los bioproductos en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Aplicacion de los bioproductos se realizó en las cooperativas del movimiento de frutales en el año 2015 - 2016 de las provincias de La Habana, Cienfuegos, Ciego de Ávila, Las Tunas, Granma, Santiago y Guantánamo Para el cual se impartieron seminarios y plegables sobre los bioproductos, se realizaron visitas trimestralmente a las provincias y se debatió con los productores. Los bioproductos a utilizar lo

obtuvieron a través del contrato con GELMA (Grupo Empresarial de Logística del Ministerio de la Agricultura). Las cooperativas que integran el movimiento de frutales e incorporen áreas de lombricultura y compost y utilizar los bioproductos como premisa. (2), (5)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los bioproductos más conocidos por los productores se relacionan a continuación.

Nombre comercial: **Biofer®** es el nombre comercial del inoculante microbiano producido a base de bacterias del género *Rhizobium*, su aplicación a las semillas de leguminosas en presiembra, permite que estos microorganismos en simbiosis con las raíces fijen el nitrógeno atmosférico.

Cultivos en que se emplea: el Biofer® tiene registrado cinco variantes para cubrir la inoculación del frijol común, frijol caupí (Vignas), el garbanzo, los frijolitos chinos, el maní y las habichuelas. Mayor información está disponible en los centros distribuidores del producto.

Dosis de aplicación: en forma sólida la dosis recomendada es de una bolsa (750 g del producto) para 46 kg de semilla (un quintal) o 16,6 g del producto por 1 kg de semilla. En forma líquida 500 mL del producto (medio litro) para 46 kg de semilla, cuidando no humedecer la semilla en exceso por la fragilidad de la cáscara.

Nombre comercial: **Fitomas-E®** es el nombre comercial del estimulante del crecimiento vegetal, conformado por un formulado acuoso, estables que contiene aminoácidos, oligosacáridos y bases nitrogenadas. Estimula la nutrición, el crecimiento, la floración, la fructificación, la germinación y el enraizamiento.

Cultivos en que puede emplearse: se recomienda para una amplia gama de cultivos: caña de azúcar, frutales, cereales, tubérculos y raíces, plantas medicinales, tabaco, remolacha, tomate, pimiento, pepino, melón de agua, col, lechuga, broccoli, apio, plátano, fruta bomba, piña, oleaginosas y legumbres en general, arboles forestales, plantas ornamentales, flores y otros. Se puede emplear en cualquier fase fenológica del cultivo: germinación, semilleros, viveros, fase de crecimiento vegetativo, prefloración, floración y cuajado del fruto. (2)

Dosis de aplicación:

- **Caña de azúcar**: una aplicación foliar en dosis de 2-4 L ha^{-1}.
- **Retoños de caña**: de 2 a 4 L ha^{-1}, una aplicación 45-60 días después del corte.
- **Otros cultivos**: dosis de 1 a 4 L ha^{-1}, pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante el ciclo.
- **Impregnación de semillas**: remojar en una solución acuosa de 1 a 2 por ciento de cuatro a doce horas antes de llevar al semillero.
- **Agua de regadío**: en dosis de 5 L ha^{-1} por día.

Microorganismos Eficientes (ME-50).

Nombre comercial: Microorganismos Eficientes (ME-50), actúa en una forma muy diversa debido a la variedad de microorganismos que lo constituyen. Interviene solubilizando nutrientes en el suelo, estimulando el crecimiento de las plantas e inhibiendo o controlando enfermedades y plagas por los diversos metabolitos presentes tanto en plantas como animales. La carga microbiana que contiene acelera la descomposición de la materia orgánica en medios sólidos y líquidos. Tienen acción Biofertilizantes, bioestimulantes y bioplaguicidas. Segregan sustancias antioxidantes, vitaminas, antibióticos, ácidos orgánicos y minerales. El efecto antioxidante promueve la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus. Altamente beneficioso para el desarrollo de las plantas. Modifican y equilibran la macro y microflora del suelo liberando a los cultivos del ataque de enfermedades (2).

Cultivos en que se emplea: puede ser utilizado preferentemente en agricultura, ganadería y acuicultura.

Dosis de aplicación

- Aplicaciones foliares: por aspersión en semilleros, viveros y plantaciones de hortalizas, papa, granos a 50 mL litro de agua^{-1}, (6-10 L ha^{-1} para una dilución final de 200 L, se aplica semanalmente.
- Aplicaciones al suelo: por aspersión de 6-10 L ha^{-1}. Actúa solubilizando nutrientes en el suelo, estimulando el crecimiento de las plantas e inhibiendo o controlando enfermedades y plagas por los diversos metabolitos presentes tanto en plantas como en animales.
- Para tratamientos de residuales sólidos, estiércoles y otros materiales orgánicos a compostar: asperjar a 100-250 mL por litro dos veces por semana, usar la dosis máxima en gallineros, cochiqueras.
- Para uso animal en el control de enfermedades gastrointestinales y como probiótico: Añadir en el agua de bebida a una dilución del 1 por ciento (10 mL de ME-50 por cada L de agua de bebida).
- Para tratamiento de aguas negras: Añadir 1 L por m^3 estimado de aguas contaminadas.
- Para uso en suelo, semilleros y viveros, sustratos de organopónicos y casas de cultivo, tratamientos de semillas e inmersión de posturas: se mezcla preferentemente junto a TRICOSAVE 34G a 100 g por litro de agua y a una solución final de 300 a 400 L ha^{-1}

Tabla 1.Utilizacion de los bioproductos en las cooperativas de frutales en el año 2015- 2016 (UM.Litros)

Bioproductos 2015								
Bioproductos	La Habana	Cienfuegos	Ciego de Avila	Las Tunas	Granma	Santiago	Guantanamo	**Total**
Rhizobium			240		550			**790**
Fosforina		42					77	**119**
Azotobacter								
Azotofos								
M.Eficiente	800							**800**
Fitomas		327	1240		365			**1932**
Ecofer	1850							**1850**
Bioproductos 2016								**5491**
Bioproductos	La Habana	Cienfuegos	Ciego de Avila	Las Tunas	Granma	Santiago	Guantanamo	**Total**
Rhizobium						54		**54**
Fosforina		50					229	**279**
Azotobacter			481				481	**962**
Azotofos		63						**63**
M.Eficiente			838	230	300	1200	100	**2668**
Fitomas	205	1120	519	5125	1040	700		**8709**
Ecofer	4800					100		**4900**
Nitrofix	60					280		**340**
EcomiC	80							**80**
								18055

Como se puede observar en la tabla 1, la utilización de los bioproductos resulto insuficiente en el año 2015 utilizando solamente 5 bioproductos por la no realización de la demanda a Gelma por el desconocimiento de su empleo en algunas las provincias, aplicando en mayor cantidad los

Microorganismos Eficientes y el Fitomas en las cooperativas de frutales puesto que estos productos son los que más conocen los productores a nivel de país, utilizando el Rhizobium para la siembra del frijol por la demanda contratadas por la Empresa de Semillas, en el año 2016 se incremento en 3 veces el uso de los bioproductos en las cooperativas de frutales utilizándose en mayor cantidad el Fitomas, Microorganismo Eficiente, Ecofer y Azotobacter, provocando un aumento en la producción de los frutales, este aumento de la utilización de los bioproductos ha sido por la capacitación y charlas en los recorridos de frutales por el Grupo Nacional de frutales y por los Especialistas Provinciales de Suelos.(1),(2).

Tabla 2.Programa de Conservación y Mejoramiento de Suelos en las cooperativas de frutales en el año 2016

Medidas de Conservacion	La Habana	Cienfuegos	Ciego de Avila	Las Tunas	Granma	Santiago	Guantanamo
Drenaje						33	45.15
Tranques						4	
Barreras Vivas		80.18		3		0.3	10
Barreras Muertas						19	
Covertura Muerta						1.06	
Recogida de Obstaculos		11.52		40		40	
Subsolacion		50	**4**				
Siembra en Contorno		92.55					
Siembra perpendicular a la mayor pendiente	10		100	200	60	156	156
Arrope			10	20			
Abonos Verdes				5		1	
Restos de Cosecha					20	50	50
Aplicación de humus y compost	20	228	937	200	70	170	14
Total Medidas(ha)	**30**	**462.25**	**1051**	**468**	**150**	**475**	**275.15**

Por la importancia que reviste los frutales en el país a partir del 2015 comenzó el Programa de Conservación y Mejoramiento de Suelos en las cooperativas de frutales donde no se ejecuto ninguna medida ese año.

En la tabla 3 se observan las medidas de conservación de suelos realizadas al programa de frutales en las cooperativas beneficiándose 2911.40 ha aplicándole abonos orgánicos a 1693 ha, siembra perpendicular a la mayor pendiente 626 ha, 93 ha de barreras vivas, esto contribuyó a mejorar las características de los suelos y obtener mayor rendimiento en los cultivos. (4)

En la figura 1 y 2 se observa la producción de humus de lombriz y compost aumentando la misma en el 2016 siendo las provincias de Santiago, Granma y las Tunas y Ciego de Ávila la de mayor producción por la presentar mayor cooperativas en el movimiento, además se observa un mayor avance con respecto al 2015 por la importancia que reviste la aplicación de abonos a los suelos. (1), (3)

Figura 1. Producción de humus de lombriz y compost en el 2015(UM.Toneladas)

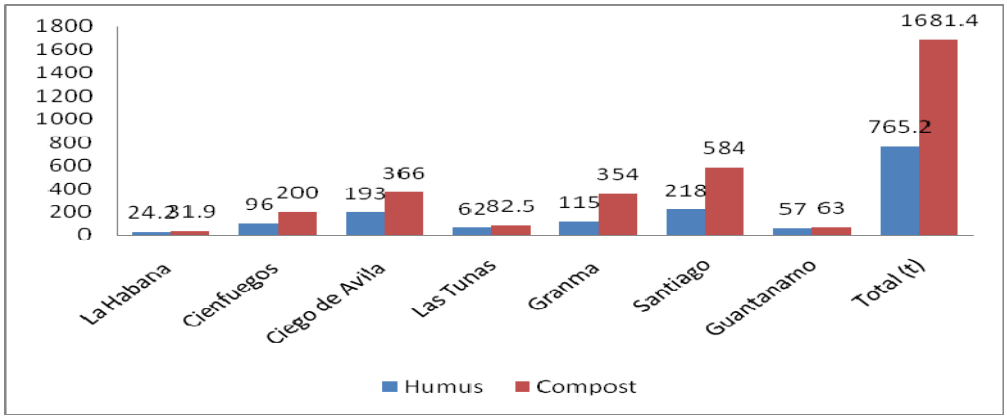
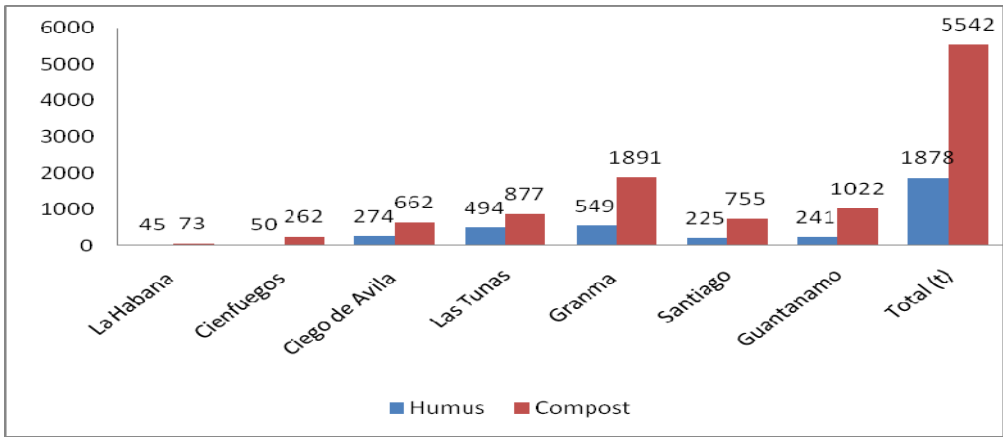


Figura 2. Producción de humus de lombriz y compost en el 2016 (UM.Toneladas)



CONCLUSIONES

1. En las provincias estudiadas se utilizaron una gama de bioproductos, siendo los más utilizados el Fitomas, M.E, Ecofer y Rhizobium
2. Se ejecutaron 14 medidas de conservación de suelos beneficiando mayor área las provincias de Ciego de Ávila y Cienfuegos
3. Se aumento la producción de abonos orgánicos aplicándose a 2911 ha de frutales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Paneque, V.M. La fertilización de los cultivos Aspectos teóricos prácticos para su recomendación .Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA. 2001
2. Manual Práctico para el Uso de Bioproductos. Departamento de Suelos y Fertilizantes, Dirección de Sanidad Vegetal .La Habana .2016
3. Arias, E. Martínez. F., Morales, A., García. C: Manual de Procedimiento de Abonos Orgánicos. ACTAF pp. 1- 27. La Habana 2008
4. PNCMS: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR, Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 39 p, 2001
5. Martínez, F., Calero, B, Nogales, R., Rovesti L: Lombricultura Manual Práctico Ciudad de La Habana, 100 pp. Eds. Calero B y Rovesto, L (2003).

ESTUDIO DE PÉRDIDAS PERMISIBLES EN UNA DESTILERÍA CUBANA
STUDY OF PERMISSIBLE LOSSES IN A CUBAN DISTILLERY

Tortoló, K[(1)]; Garit, C[(2)]; Saura, G[(1)]; Martínez-Valdivieso, J.A[(1)].

[(1)] Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
[(2)]Destilería La Fe
keyla.tortolo@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La cuantificación de las pérdidas permisibles es un proceso muy propio de cada empresa, es muy difícil su eliminación absoluta pero si es posible determinarlas y controlarlas para garantizar el adecuado funcionamiento de la empresa. En este trabajo se aplica una metodología basada en la realización de balances diarios de alcohol, en el que intervienen todas las actividades involucradas con el mismo en la entidad, como son el almacenaje, la producción y el despacho. Dicha metodología determina los factores de desbalances de estas operaciones. Los resultados obtenidos se comportan de acuerdo a una distribución normal, con un nivel de confianza de 90%. Atendiendo a estos resultados se proponen como valores de fluctuaciones en la entidad objeto de estudio, para el almacenaje un índice de 0,501%, producción 0,340%, despacho 0,497% y como índice general 0,475%, los cuales deberán ser evaluados anualmente en la entidad para certificar su certeza.

PALABRAS CLAVE: alcohol, pérdidas permisibles, control de producción

ABSTRACT

The quantification of process losses is a very important activity for a company. The complete elimination of them is very difficult but is possible to determine and control it to guarantee the proper operation of the Enterprise. In this work, a methodology based on daily alcohol balances is applied, in which all the activities related with the entity such as storage, production and dispatch are taking into account. This methodology also determines the imbalance factors of these operations. The obtained result follows a normal distribution of the values, with a confidence level of 90%. In accordance with these results, we propose a storage index of 0.501%, production 0.340%, delivery 0.497% and general index 0.475% as fluctuation values in the entity under study which should be evaluated annually to certify their certainly.

KEY WORDS: alcohol, losses, production control

INTRODUCCIÓN

Todas las empresas que cuentan con procesos, independientemente de cuál sea su rubro presentarán mermas en su sistema, por lo que resulta de vital importancia que cada una de ellas domine donde radican sus mermas para mejorar su funcionamiento y eficiencia. La cuantificación de las mermas es un proceso muy propio de cada empresa y para esto se debe reconocer la importancia de la implementación de una metodología para cuantificar las pérdidas permisibles en la entidad y de ser posible reducirlas. Al trabajar con líquidos volátiles hay que considerar las mermas que se producen, ya sea por evaporación, contracción o dilatación, como ejemplos de fenómenos físico-químicos, así como las características de los recipientes donde se almacenan estos líquidos y las condiciones para dicho almacenamiento. En este sentido las peculiaridades físicas del alcohol tales como su volatilidad y variación volumétrica (ligadas íntimamente con la temperatura), así como a la variedad en tipos producidos y manipulados, y finalmente a las características de los medios de medición utilizados para su cuantificación; se requiere considerar los mismos en forma apropiada, para poder implementar un estudio que arroje como resultado los niveles de diferencias y mermas

de alcohol, que es permisible tolerar en la actividad normal de una destilería (1). Este estudio se realizó durante la campaña 2016 en una destilería cubana, aplicando una metodología que se basa en la realización de balances diarios de alcohol, en el que intervienen todas las actividades involucradas con el mismo para la entidad, que son: Producción, Almacenaje y Despacho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediciones

Las mediciones se realizan diariamente por un periodo no menor de 10 días, una vez al día, tratando de mantener el mismo horario para la actividad. En ese momento se determina puntualmente la temperatura y grado alcohólico de la muestra. Con estos datos se aplica la ecuación de balance general. Lógicamente como toda recopilación de datos, la estadística de la misma será más confiable en función al número de determinaciones que se realicen (1).

Balance General

La ecuación de balance involucrada es la siguiente (1):

(Existencia Actual – Existencia Anterior) – (Producción – Despacho) = Desbalance

Premisas

- ✓ Todo el equipamiento empleado para la medición de los volúmenes de alcohol está debidamente calibrado por la autoridad competente, con su definición de incertidumbre y error (termómetros, alcohómetros, metro contador, varas de nivel, etc.)
- ✓ Para que los balances sean consistentes es necesario que toda la gama de alcoholes que maneje la entidad se trabajen a una condición normalizada en grado y temperatura (100% v/v y 20°C), según Norma Cubana 290: 2007(2).
- ✓ Todas las tuberías de interconexión entre tanques de producción, almacenaje y despacho permanecen llenas y no son soterradas (3).
- ✓ Disponibilidad de Certificados Metrológicos de Aforo para los depósitos de alcohol, con su debido señalamiento en porcentaje de incertidumbre o error relativo en sus mediciones

Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos fueron procesados en el programa Microsoft Excel 2010 y analizados con el programa estadístico STATGRAPHICS centurión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología de cálculo elaborada para la determinación de las pérdidas permisibles en una entidad expresa, a partir de bases técnicas, un Índice de variación (±) del volumen de alcohol. En dicha metodología están comprendidos los procesos de producción, almacenamiento, despacho y recepción de alcohol, así como toda la gama de alcoholes que se manipulan en la entidad (1).

Establece además que los factores permisibles de pérdidas (ya debidamente modificados) sean multiplicados por tres factores de corrección. El primero de ellos conocido como factor de perdidas (Fp) considera el volumen de alcohol a 100% v/v y 20ºC perdido por cada 100 volúmenes de alcohol y está tabulado en función de periodos de almacenaje. El segundo toma en cuenta la relación geométrica existente entre la superficie de evaporación (m^2) y el volumen de líquido en el recipiente (m^3), se denomina factor geométrico (Fg) y se expresa en m^{-1}. El tercero, factor de temperatura (Ft), es adimensional y está definido por la relación entre la presión de vapor del alcohol a la temperatura media, durante el período de almacenaje, con respecto a la que posee el mismo a la temperatura de referencia de 20ºC (3).

Es de destacar la importancia de determinar el valor de la temperatura promedio, ya que durante el día y la noche, y a través de las distintas épocas del año, este valor varía apreciablemente. También puede variar en función de si los recipientes se encuentran al aire libre, bajo techo o soterrados, si están pintados o no, etc.

En este estudio las mediciones se realizaron durante 7 decenas, o sea, 70 días de operación de esta Destilería en la campaña 2016, distribuidas en las diferentes épocas del año, tal como se refleja en la Tabla I. Considerándose como una muestra de tiempo representativa y adecuada para este estudio, la que cubre el ámbito operacional a que se enfrenta esta destilería durante una campaña.

Tabla I. Definición de las decenas empleadas en el estudio y los volúmenes de alcohol manejados en cada decena.

Nº Decena	Inicio Decena	Fin Decena	Volumen Almacenado (HL)	Volumen Producido (HL)	Volumen Despacho (HL)	Volumen Involucrado (HL)
Primera	08/03/2016	17/03/2016	3764	463	331	4558
Segunda	19/03/2016	28/03/2016	5498	469	186	6153
Tercera	03/04/2016	12/04/2016	5475	426	207	6108
Cuarta	20/04/2016	29/04/2016	6421	423	463	7307
Quinta	04/05/2016	13/05/2016	5702	425	464	6591
Sexta	20/05/2016	20/05/2016	5617	456	327	6400
Séptima	12/06/2016	21/06/2016	1450	373	264	2087
Valores medios			**4847**	**434**	**320**	**5601**

Como se observa en la Tabla I, los volúmenes manejados en la actividad normal de una destilería varían entre las decenas, de ahí la importancia de considerar en el estudio varias decenas y distintas épocas del año.

La Tabla II refleja los valores medios de todos los factores calculados en este estudio. A pesar de la aparente variabilidad de los factores obtenidos, el análisis estadístico realizado afirma que la data se ajusta a la de una población de distribución normal, con un 90% de confianza.

Tabla II. Resultados de los factores calculados en el estudio.

No. Decena	Factor General (%)	Factor Almacenamiento (%)	Factor Producción (%)	Factor Despacho (%)
Primera	0,378	0,403	0,226	0,194
Segunda	0,359	0,368	0,237	0,379
Tercera	0,401	0,408	0,230	0,547
Cuarta	0,391	0,400	0,228	0,415
Quinta	0,387	0,394	0,233	0,436
Sexta	0,385	0,397	0,226	0,585
Séptima	0,341	0,355	0,228	0,422
Media	**0.377**	**0,389**	**0,230**	**0,425**

El factor de desbalance o desbalance relativo (designado en la tabla como Factor General) es el resultado del cociente expresado porcentualmente entre el desbalance y la suma de los promedios de existencia, recepción y despacho. El mismo requiere de distribución entre los elementos que lo componen, lo que conlleva a

representar los demás factores (en la tabla como Factor Almacenamiento, Factor Recepción, Factor Despacho) expresando su incidencia porcentual en el porcentaje total.

En la Tabla III aparecen los valores medios de todos los factores calculados en este estudio, así como los valores que se obtiene al considerar los límites de confianza superior e inferior.

Tabla III. Valores medios de los factores con sus límites de confianza

Factores	Media	Límite de confianza inferior	Límite de confianza superior
General (%)	0.377	0.475	0.279
Producción (%)	0.230	0.340	0.119
Almacenaje (%)	0.389	0.501	0.278
Despacho (%)	0.425	0.497	0.354

Si tomamos los valores del límite de confianza inferiores (para estar en la zona segura del valor de la media) y estos se comparan con valores obtenidos como índices de variación en estudios anteriores en otras destilerías, se observa una semejanza entre los mismos (Producción 0.340% vs 0.547%, Almacenaje 0.501% vs 0.523%, Despacho 0.497% vs 0.453%).

Por otra parte, los resultados son consistentes con los valores de error o clase de precisión precisados por el órgano competente en sus certificados de Aforo, tales como 0.2% para los tanques de control, 0.5% para el metro contador y tanque de almacenaje.

CONCLUSIONES

- Los valores de los factores de Desbalances, se comportan de acuerdo a una distribución normal, para un nivel de confianza del 90%. Lo anterior permite aplicar las técnicas para poblaciones normales, que confirman la validez del trabajo.

- Atendiendo a los resultados obtenidos relacionamos a continuación los valores de fluctuaciones que se proponen para ser aprobados en la unidad objeto de estudio:

Almacenaje	Producción	Despacho	General
%	%	%	%
0.501	**0.340**	**0.497**	**0.475**

REFERENCIAS

1. Estévez, R. Estudio de diferencias y mermas de alcohol en destilerías. Informe Interno Inédito, 2004.
2. Oficina Nacional de Normalización NC 290:2007, Bebidas alcohólicas – Determinación del grado alcohólico en alcoholes, bebidas alcohólicas destiladas, vinos, licores, bebidas alcohólicas preparadas, cocteles y extractos hidroalcohólicos. 2 Edición Noviembre 2007.
3. Estévez, R; Méndez, J. Estimación de perdidas permisibles por fugas y evaporación en recipientes de alcohol, 1998.

FUENTES DE CARBONO: VARIACIONES PARA MIELES Y FERMENTOS EN DESTLERIAS AZCUBA

CARBON SOURCES: VARIATIONS FOR MOLASSES AND YEAST STARTERS IN AZCUBA´S DISTILLERIES

García, R[1], García, E.[2], Carreras, E.[3], Armenteros, S.[3], Sánchez, N.[3]
[1] Departamento de Microbiología, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), roxana.garcia@icidca.azcuba.cu
[2] U.E.B. Derivados Destilería Melanio Hernández, E:A. Sancti Spiritus, G.E. AZCUBA
[3] Departamento de Alcohol, Levadura y Alimento Animal, ICIDCA

RESUMEN

La calidad de las mieles tributarias y el desarrollo de rasgos fenotípicos en *Saccharomyces cerevisiae* asociados a criterios metabólicos son factores que impactan parámetros fermentativos en destilerías cubanas. Este trabajo presenta un diagnóstico de mieles tributarias y fermentos de destilerías AZCUBA colectados en el último cuatrienio, explorando la diversidad en cuanto a composición y asimilación de fuentes carbonadas para mieles y levaduras respectivamente.
El conocimiento de los valores de azucares, así como su relación con compuestos nitrogenados permitió obtener una caracterización de una nueva población de mieles tributarias. La versatilidad en cuanto al crecimiento en fuentes carbonadas resultó interesante al detectar fenotipos positivos para carbohidratos asimilables no convencionales presentes en mieles. La detección de estos rasgos representa una utilidad práctica como criterio de selección, especialmente en las fases productivas donde se requiera la máxima conversión de azucares hacia biomasa; teniendo en cuenta las variaciones en la materia prima.
PALABRAS CLAVE: miel de caña, fuentes carbonadas, *Saccharomyces cerevisiae*, fermentación alcohólica

ABSTRACT

The quality of tributary molasses and the development of phenotypic traits associated with metabolic criteria in *Saccharomyces cerevisiae,* both constitute factors impacting fermentative parameters in Cuban distilleries. This work presents a diagnosis of tributary molasses and yeast starters of AZCUBA´s distilleries collected during the last four years; exploring diversity in its composition and the assimilation of carbon sources for molasses and yeast respectively.
The knowledge of the sugars values, as well as its relationship with nitrogen compounds allowed the achievement of a new population of tributary molasses characterized. The flexibility concerning the growth on carbon sources was interesting about positive phenotypes detection for non-conventional consumable carbohydrates current in molasses. Detection of these features is a suitable function as a selection approach, especially for production stages where the maximum sugars conversion is required to biomass; considering feedstock's variations.
KEYWORDS: sugar cane molasses, carbon sources, *Saccharomyces cerevisiae*, alcoholic fermentation

INTRODUCCIÓN

La calidad de las mieles se considera uno de los factores de mayor impacto para la eficiencia fermentativa y los índices de consumo en destilerías del G.E. AZCUBA. La variedad de la caña, sus condiciones de crecimiento (tipo de suelo, fertilización, condiciones climáticas), las características de la cosecha y la propia manufactura azucarera en el ingenio son críticos y explican estas variaciones.
Por otra parte, el desarrollo de rasgos fenotípicos en cepas *Saccharomyces cerevisiae* asociados a criterios fisiológicos, como asimilación y fermentación de azucares y rendimiento en metabolitos posee un interés

industrial considerable. En Cuba resulta una necesidad cada vez más imperativa que los fermentos de destilerías sean versátiles ante las variaciones de la materia prima fundamental (la miel) y se establezcan durante la campaña productiva a pesar de las dificultades tecnológicas, sin detrimento en indicadores productivos y la calidad en destilados dirigidos hacia la producción de alcoholes neutros.
El trabajo que se presenta concibió un estudio diagnóstico de mieles tributarias y fermentos de destilerías AZCUBA de varias regiones del país, explorando la diversidad en cuanto a la composición de azucares y relación de estos con compuestos nitrogenados en mieles; así como las diferencias en el perfil de asimilación de carbohidratos (azucares, ácidos orgánicos, amino azúcares, etc.) para diferentes levaduras de producción autóctonas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron colectadas un total de 41 muestras correspondientes a mieles tributadas a Destilerías del G.E. AZCUBA localizadas en las regiones occidental, central y oriental del país durante los últimos cuatro años (2013-2016) dentro y fuera de campaña. Las técnicas de muestreo y ensayos de caracterización realizados contemplaron los métodos de rutina establecidos por Normas Cubanas y procedimientos estandarizados para la industria sucro-alcoholera: Azucares Reductores Totales, (ART), Azucares Reductores Fermentables (ARF), Azucares Reductores Libres (ARL) (1), contenido en Materia Seca Gravimétrica (MSG) y Nitrógeno Total Kjeldhal (NT) según métodos estandarizados (2).
La evaluación de fermentos consideró 15 aislamientos locales a partir de fermentadores al 75 % de completamiento de su ciclo productivo, en varias destilerías del G.E. AZCUBA ubicadas en diferentes regiones del país en diversas campañas. Estas fueron identificadas como *Saccharomyces cerevisiae* y a su vez conocido su perfil de asimilación de carbohidratos de forma cualitativa mediante sistema miniaturizado API ID32C (bioMérieux, Francia). Los análisis estadísticos pertinentes se realizaron a través del programa Statgrafhics®Centurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los carbohidratos asimilables por la levadura, presentes en mieles, son en su mayor parte la sacarosa, aunque siempre están presentes cantidades apreciables de azúcares invertidos (glucosa y fructosa). Se encuentran también compuestos infermentables que se producen durante el proceso de producción de azúcar, estos poseen en su estructura grupos aldehídos o cetónicos que reaccionan ante el Cu y desarrollan así color de forma similar a los azucares simples y disacáridos. Su cuantificación es crucial pues a través de ellos las destilerías dominan cuantos de los azúcares totales vía miel serán convertidos teóricamente en biomasa y alcohol y se tiene un estimado de la posible presencia de inhibidores de crecimiento que como el 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) puede ser cuantificado como compuesto reductor y asumido erróneamente como azúcar a través de la determinación de los ART.
La Figura 1 muestra una panorámica actualizada del comportamiento nutricional por concepto de contenido de azucares y nitrógeno total Kjeldhal en mieles tributarias. Los valores fueron ajustados en base al porciento de materia seca, teniendo en cuenta la gran variabilidad existente en esta materia prima en cuanto a su contenido de agua y materia seca, donde los valores para esta última oscilaron entre 76.7 hasta 93.4 % p/p ± 5.4 (DE).
La presencia de ARL afecta la calidad del azúcar crudo y de la miel final, pues bajo determinadas condiciones, pueden sufrir transformaciones hacia compuestos no asimilables en mucho mayor grado que los disacáridos. Dentro de la muestra estudiada, para estos compuestos solo fue detectado un valor atípico (28.9 % p/m.s.), correspondiente en base física a un 22.2 % p/p. Al ser este un parámetro no incluido en la NC 715: 2009- *Miel final (Melazas). Especificaciones*, sin embargo de crucial importancia a la hora de juzgar cualquier miel, solo pueden estimarse los rangos de aceptabilidad según los valores históricos compendiados (3).

Según comparaciones este valor detectado no se consideró fuera del rango de referencia, teniendo en cuenta que se reporta como valor promedio histórico un 23.00 %.
El contenido de compuestos nitrogenados estimados según NT Kjeldhal adolece también de no estar incluido en esta Norma Cubana, a pesar de tanto haberse referenciado el peso que tiene la relación de este indicador y el contenido de azucares sobre la eficiencia de la fermentación alcohólica y el balance organoléptico en los destilados. Fue detectado un valor promedio de 0.4 % Nitrógeno total en base a miel física, valor dentro del rango histórico promedio (0.22 a 0.97 %), sin embargo se detectaron 2 *outlilers* o puntos extremos atípicos en cuanto a la relación ART/NT, cuyos valores resultaron atípicamente elevados con respecto al resto de la muestra y coincidieron en ambos casos con ser mieles tributarias a la misma destilería (región occidental) en diferentes campañas, y poseer valores de NT por debajo del valor promedio mínimo histórico (0.22 %) para este indicador. Para uno de estos puntos resultó notorio el hecho de encontrar también los contenidos de ART y ARF por debajo de lo normado.

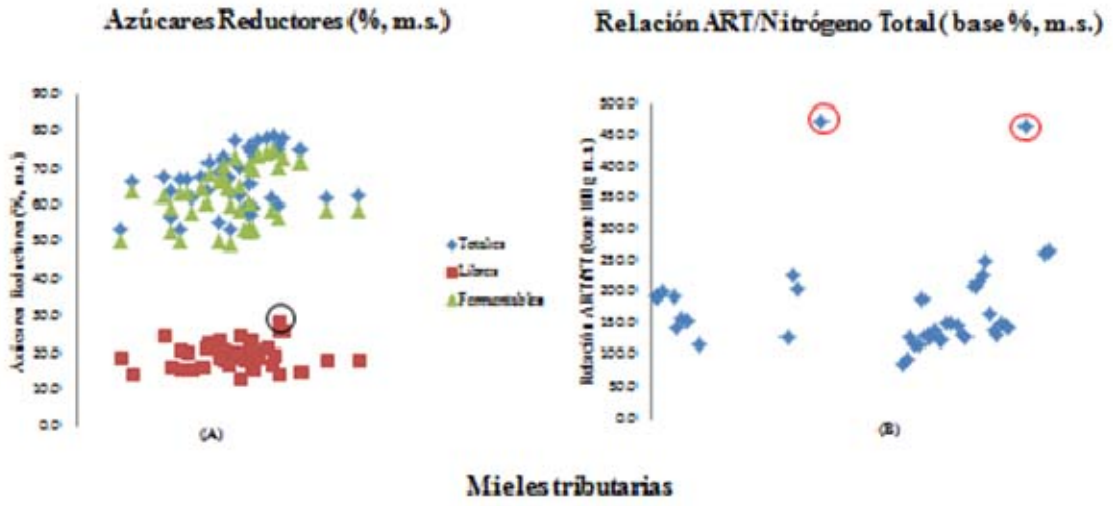


Figura 1. Comportamiento de compuestos azúcares y sus relaciones con nitrógeno total en muestra de mieles tributarias a destilerías G.E. AZCUBA (2013-2016). Puntos circulados representan valores atípicos. n=41.

Aunque no se detectaron para esta muestra de mieles valores atípicamente altos para la concentración de compuestos nitrogenados, sí fueron observados para el caso de los ARL. La concentración de compuestos nitrogenados y azucares invertidos no puede perderse de vista pues ambos son precursores de las reacciones de Maillard altamente exotérmica y en muchos casos destructiva.
Con respecto a la asimilación de fuentes carbonadas de diversa naturaleza, se observaron patrones de similitud característicos para los fermentos evaluados (Figura 2).
Fueron detectadas variaciones en cuanto al crecimiento en estas fuentes para el ácido láctico, metil α-D-glucopiranósido y azucares alcohol como el sorbitol y xilitol. Algunos de estos compuestos como el ácido láctico pueden encontrarse bien sea en mieles tributarias o durante el proceso de la fermentación alcohólica generado por contaminaciones con bacterias acido lácticas. La habilidad de un fermento para poder asimilarlo, pudiera presuponer una tolerancia de la cepa de producción.
Dentro de los compuestos nitrogenados orgánicos asimilables por *S. cerevisiae* se han identificado amino azúcares, aunque el criterio de su asimilación se ha reportado como cepa-específico. Uno de los fermentos evaluados mostro un fenotipo Nag+ para la N-acetil-glucosamina, amino azúcar que se ha identificado en mieles de caña de azúcar.
En mieles cubanas se ha cuantificado la presencia de oligosacáridos además de la mayoritaria sacarosa, identificándose a la iso-maltosa, melibiosa, rafinosa, lacto-sacarosa, kestosas y trehalosa; esta última detectada notablemente en jugos de caña después de la cosecha. Estos son azucares que impiden el desarrollo normal del cristal de sacarosa y disminuyen la calidad del grano, y se han cuantificado en mayor o menor grado en mieles cubanas (4).

Con respecto a estos polisacáridos fueron detectadas variaciones para los fenotipos Tre+ y Mel+, resultando interesante que este último se ha relacionado en la literatura con desviaciones en las tasas de floculación. Este aspecto bajo el contexto cubano resulta de interés pues el recobrado de las cremas *Saccharoymces* para alimento animal se basa en la capacidad natural que puedan tener los fermentos para formar flóculos después del completo agotamiento de los azucares hacia alcohol.

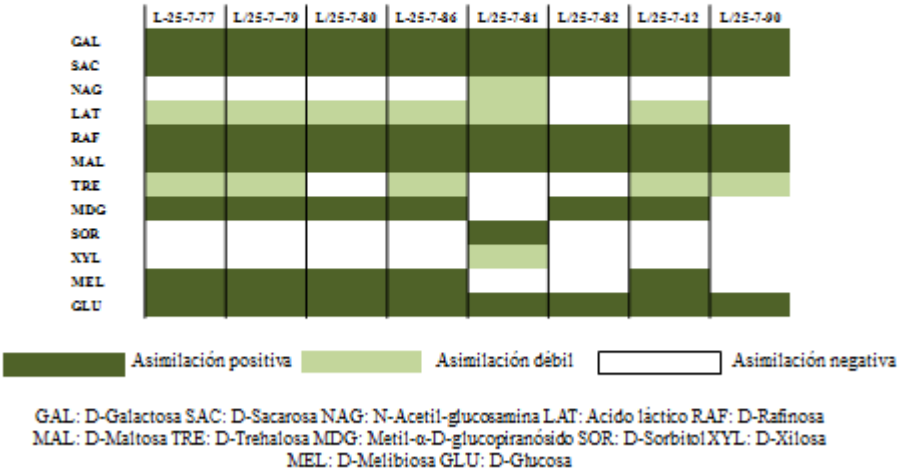


Figura 2: Perfil de asimilación de carbohidratos para 8 fermentos *S. cerevisiae* aislados de destilerías GE AZCUBA. Se muestran solo resultados parciales del estudio.

CONCLUSIONES

El conocimiento de los valores de azucares normados o no, así como la relación de estos con compuestos nitrogenados es un elemento diagnóstico fundamental para la caracterización actualizada y sistemática de una nueva población de mieles tributarias. Las propiedades nutricionales de esta materia prima fundamental, en la fermentación alcohólica y las interacciones con la levadura de producción; son elementos clave para elevar las variables productivas, así como la calidad organoléptica de los destilados obtenidos. La versatilidad en cuanto a la asimilación de varios sustratos azucarados resulta interesante pues presupone un crecimiento multi-carbonado. Este rasgo fenotípico resulta útil durante la fase de crecimiento aerobio o pre-fermentación donde se requiere la máxima conversión de azucares hacia biomasa, teniendo en cuenta las variaciones en la composición de las mieles tributarias.

REFERENCIAS

1. ICUMSA GS4/3-7. 2011. Método Oficial (de Referencia). Determinación de azúcares reductores totales en melaza y jarabes refinados después de hidrólisis por el procedimiento Lane and Eynon a volumen constante.
2. Vázquez, M., Cuéllar, H., García, R., Díaz de Villegas M. E., Reyes, A., González M. D., Méndez, J., de la Guardia M., Ibáñez, M. 2012. Manual de técnicas analíticas para las destilerías. Editorial Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), La Habana. ISBN: 978-959-71-65-35-4.
3. Biart, J. R., Serrano, P., Conde, J. 1982. Estudio de las mieles finales de la caña de azúcar. Editorial Científico- Técnica, La Habana.
4. Ramos, E., Ravelo, S., Muñoz, P. Pérez, C. (2009). La trehalosa. Parte I. su presencia en la caña de azúcar Revista ICIDCA: Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar 2: 37-41.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE VINAZAS DE DESTILERÍAS
CHEMICAL, PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF DISTILLERIES VINASSE

Autores: Pérez Y. [1,*], Pérez O. [2], Zumalacárregui L. [2]

[1] Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos, ENAST. Avenida Las Palmas Esquina Independencia No. 18401, Boyeros, CP 19020. La Habana, Cuba. Teléfono: (53) 76830895.
[2] Grupo de Análisis de Procesos, Facultad de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cujae. Calle 114 No. 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, CP 19390. La Habana, Cuba. Teléfono: (53) 72663208.
* yuli@enast.hidro.cu

RESUMEN

Se realizó la caracterización química, física y microbiológica de las vinazas resultantes de la producción de etanol y aguardiente a partir de miel final, de dos destilerías cubanas: Héctor Molina y San José. Se determinaron parámetros de importancia para evaluarla calidad de las mismas, como son demanda biológica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), potasio, hierro, coliformes totales y termotolerantes, entre otros. La valoración estadística que se realizó arrojó que existen diferencias significativas entre las variables DBO_5, DQO, NO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Ag, Ba, Mn, Ni, Cr, Ca y sólidos sedimentables. Además, se comparó con la Norma Cubana 27:2012, encontrándose que las variables: DBO_5, DQO, conductividad eléctrica, pH y temperatura no cumplen con los límites máximos permisibles.
Palabras clave: destilerías, etanol, vinazas, caracterización, calidad

ABSTRACT

The chemical, physical and microbiological characterizations of vinasse from ethanol and rum production at Hector Molina and San José distilleries were performed. Molasses were used as raw material. Important parameters were determined for the evaluation of their qualities. Some of them were: Biological oxygen demand (BOD_5), chemical oxygen demand (COD), potassium, iron, total coliforms and thermotolerant coliforms. Statistical evaluation was performed showing that there are significant differences between both distilleries for the variables: BOD_5, COD, NO^{3-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Na^+, K+, Ag, Ba, Mn, Ni, Cr, Ca and settleable solids. Those values were compared with the Cuban Standard 27: 2012, finding that (BOD_5), COD, electrical conductivity, pH and temperature do not comply with the maximum permissible levels reported.
Key words: distilleries, ethanol, stillage, characterization, quality

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de procesos tecnológicos y químicos, para obtener productos de gran demanda de la población, ha traído como consecuencia fenómenos negativos como los provocados por los desechos industriales. Las vinazas producidas en destilerías de etanol se encuentran entre los residuales orgánicos de mayor efecto contaminante sobre la flora y la fauna del planeta (1). Por cada litro de etanol producido a partir de miel final, se obtienen, de manera adicional, 10-15 litros de vinaza como residual, con una demanda química de oxígeno (DQO_5) entre 60 y 70 g/L y un pH alrededor de 4. En muchos lugares esta vinaza se vierte sin previo tratamiento, por lo que contaminan las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Cuba no se encuentra exenta de este problema. Las destilerías tienen que dar solución a los problemas de estos efluentes, para cumplir con la legislación vigente NC 27:2012 (2).

Las destilerías de San José y Héctor Molina trabajan 24 horas los siete días de la semana. En la primera se obtienen a diario 30 000 litros de aguardiente y 60 000 litros de vinaza, cuyo destino final es su conservación en un contenedor hasta su solicitud por otra empresa. En Héctor Molina se produce 50 000 litros de etanol diario y 80 000 litros de vinaza que se vierten a una zanja que drena directamente al mar sin tratamiento. Aunque los procesos en ambas plantas tienen diferencias, generan vinazas como residual, estableciéndose como objetivo de esta investigación la caracterización de las vinazas de las destilerías y su comparación, según su calidad, con la legislación cubana vigente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las vinazas

Las muestras se tomaron semanalmente durante 4 meses. Se midió la temperatura de la vinaza a la salida del proceso de destilación, el pH y la conductividad eléctrica. Extraída la muestra de 3 litros en un frasco estéril, se fijó el oxígeno disuelto añadiéndole a cada muestra 2 mL de solución de sulfato de manganeso y se trasladó al laboratorio a una temperatura de 4ºC. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Unidad de Base Empresarial de La Habana de la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST). Cada muestra se caracterizó desde el punto de vista microbiológico, físico y químico. Para la caracterización microbiológica se determinaron coliformes totales y termotolerantes, Pseudomonas, levaduras, hongos y bacterias. Para la caracterización física: pH, temperatura, conductividad eléctrica. Para la caracterización química se determinaron: contenido de iones calcio, magnesio, sodio y potasio, DBO, DQO, sólidos sedimentables, nitratos, fosfatos y contenido de metales. El equipamiento utilizado se presenta en la Tabla I.

Tabla 1. Equipamiento utilizado

Parámetro	***Unidad***	***Equipo o medio de medición***
SO_4^{2-}, NO_3^-, PO_4^{3-}	mg/L	Espectrofotómetro HACH, DR/2010
Na^+, K^+	mg/L	Fotómetro de llama Corning 410
pH	U	pH-metro GLP 22, CRISON
Conductividad eléctrica	mS/cm	Conductímetro Basic 30, CRISON
Coliformes totales, coliformes termotolerantes, levaduras, hongos filamentosos	NMP/100mL	Visual
Escherichia.coli, Pseudomonas aeruginosa	NMP/100mL	Lámpara fluorescente UVITEC Cambridge
Metales	mg/L	Espectrómetro de emisión atómica (ICP-AES), THERMO JARRELL, ICAP 61E

Comparación de las vinazas según su calidad

Cada uno de los parámetros característicos de las vinazas, se consideraron variables a estudiar estadísticamente. Se determinó si la distribución normal se ajustaba a los datos medidos, para establecer el análisis estadístico adecuado. Si la distribución era normal se realizó una prueba de hipótesis; en caso contrario, se determinaron las medianas para aplicar W de Mann-Whitney (Wilcoxon), como criterio comparativo. Se usó el programa estadístico Statgraphics Centurión XV, para un nivel de confianza del 95%. Para comparar los resultados obtenidos de cada vinaza se realizó un análisis de correlación con el programa estadístico Statgraphics Centurión XV, entre las variables: pH, temperatura, DBO, DQO y oxígeno disuelto. Luego se realizó la comparación de los parámetros de cada vinaza con la Norma Cubana 27:2012 (2)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de las vinazas de ambas destilerías según su calidad

En la Tabla II se presenta el comportamiento estadístico de cada parámetro. Se presentan las medias y las desviaciones estándar (DE), para las variables con una distribución normal, y las medianas y las desviaciones absolutas de las medianas (DAM) para las variables con una distribución no normal.

En ambas destilerías no se apreció la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y *Pseudomonasa eruginosas*.

La vinaza de las destilerías, de acuerdo a su caracterización microbiológica, es muy favorable para el crecimiento de los hongos filamentosos, proliferando hasta valores caracterizados como incontables. Esto se justifica al ser un residual rico en azúcares. Todavía en el residuo, las levaduras se siguen reproduciendo, detectándose en ambas vinazas. De acuerdo a los demás parámetros microbiológicos se evidencia que no existe crecimiento de otros microorganismos.

El pH ligeramente ácido, que coincide con los estudios de (3) puede estar asociado a la removilización de metales pesados en suelos, cuyos poros pueden obstruirse por las altas cargas de sólidos en suspensión. Además, se propicia el desarrollo de condiciones anaerobias que no solo son perceptibles por sus signos antiestéticos, sino también porque pueden contribuir a la acidificación y a la mencionada removilización de metales pesados. Esto también se debe a la acidificación del mosto con ácido clorhídrico o con ácido sulfúrico.

La conductividad eléctrica está entre 13 mS/cm y 15 mS/cm, lo cual indica el poder de salinización que puede generar la vinaza en caso de ser vertida al suelo.

Las vinazas poseen altos valores de DQO y DBO_5^{20}, lo cual coincide con los estudios realizados por (3), (4). Los metales que prevalecen son: hierro y manganeso, lo que se coincide con los resultados de (5).

Tabla II. Comportamiento estadístico de las variables

		San José		***Héctor Molina***		***Norma establecida en NC 27:2012***
Variables	***Unidad***	***Media o mediana***	***DE o DAM***	***Media o mediana***	***DE o DAM***	
Levaduras	UFC	6,6	1,78	6,1	2,0	
Temperatura	°C	98,6	0,7	98,8	0,71	<50
pH	-	4,2	0,17	4,2	0,15	6-9
Conductividad eléctrica	mS/cm	14,1	0,12	14,1	0,08	<4.000
SO_4^{2-}	*mg/L*	*2.554,2*	*56,5*	*2.902,0 **	*3,0*	
Ca^{2+}	mg/L	954,2	4,5	976,0	3,0	
NO_3^-	*mg/L*	*0,1*	*0,01*	*0,1*	*0,01*	
PO_4^{3-}	*mg/L*	*16,5*	*1,82*	*19,6*	*1,35*	
DBO	mg/L	28.130,6	2.235,29	35.619,0 *	207,5	<300
DQO	*mg/L*	*34.987,6*	*2.346,25*	*45.597,8*	*202,301*	<700
O_2 disuelto	mg/L	9,6	0,1	9,5	0,18	
Ag	*mg/L*	*0,03*	*0,003*	*0,01*	*0,01*	
Ba	*mg/L*	*2,2*	*0,04*	*3,0 **	*0,01*	
Cd	mg/L	0,02	0,01	0,03	0,01	<0,30
Co	mg/L	0,17	0,01	0,2	0,01	
Cu	*mg/L*	*5,00*	*0,02*	*4,6*	*0,01*	<5,00
Fe	*mg/L*	*187,0*	*1,20*	*182,8*	*1,04*	
Pb	mg/L	0,05	0,03	0,1	0,01	<1,00
V	mg/L	0,1	0,02	-	-	
Zn	mg/L	4,7	0,47	4,7	0,06	<5,00
Sólidos sedimentables	*mL/L*	*2,7*	*0,93*	*4,6*	*0,71*	<10
Mg^{2+}	*mg/L*	*8.578,5 **	*11,0*	*9.008,1*	*6,71*	
Na	*mg/L*	*1.370,5 **	*7,55*	-	-	
K^+	*mg/L*	*3.576,0 **	*12,5*	*3.613,1*	*2,73*	
Mn	*mg/L*	*35,7 **	*0,5*	*31,2*	*0,56*	
Ni	*mg/L*	*0,4 **	*0,01*	*0,5*	*0,01*	
Cr	mg/L	0,195 *	0,005	-	-	

**Distribución no normal DE: desviación estándar DAM: desviaciones absolutas de las medianas*

Con los valores de la Tabla II se desarrollaron las pruebas para comparar si existían diferencias significativas entre las vinazas de las dos destilerías. Se destacan en cursiva los resultados estadísticos de las variables para las que existen diferencias estadísticamente significativas. A partir del análisis estadístico se puede observar que existen diferencias significativas entre ellas. En resumen, de 24 parámetros que caracterizan estas vinazas, son estadísticamente diferentes 17, lo que puede estar asociado a la diferencia entre los sistemas de fermentación con y sin enfriamiento, las cepas usadas, la naturaleza del ácido utilizado para regular pH y el sistema de destilación.

Se realizó un estudio de correlación entre las variables DBO, pH, temperatura y O_2 disuelto de las vinazas de ambas destilerías, determinando el coeficiente de correlación de momento del producto Pearson (r) y se pudo determinar que en ambos casos existe una correlación positiva significativa para un 95% de probabilidad entre las variables DBO y temperatura (r=0,1648 para San José y r=0,5244 para Héctor Molina). Esta correlación positiva entre las variables DBO y temperatura se explica debido que al aumentar la temperatura aumenta la DBO, lo cual ha sido planteado por (6) y responde al incremento de los procesos fisiológicos de los microorganismos en un medio líquido cuando aumenta la temperatura, la que afecta la vida acuática, las reacciones químicas y sus velocidades. Además existe correlación positiva entre DBO y DQO (r=0,2947 para San José y r=0,6937 para Héctor Molina), lo cual se corresponde por los estudios realizados por (7).

A partir de la media o mediana de cada variable de las vinazas de ambas destilerías se realizó una comparación de los resultados con la norma establecida NC 27:2012 (2). Como se evidencia en la Tabla II, hay parámetros que no cumplen con la norma: pH, temperatura, conductividad eléctrica, DBO_5^{20} y DQO. Es por ello que es imprescindible tratar estos residuales, no solo para cumplir la norma sino para reducir la contaminación que provocan al medio ambiente.

CONCLUSIONES

El pH de las vinazas de las destilerías Héctor Molina y San José se comportó ácido, los valores de DBO y DQO son altos, evidenciando que en este residual son variadas las sustancias biodegradables y las no biodegradables. Con respecto a la microbiología se destaca la proliferación de hongos filamentosos y la presencia de levaduras.

Se realizó la comparación estadística entre las variables de las vinazas de las dos destilerías. Esta comparación arrojó que existen diferencias significativas entre ellas para un 95% de confianza en NO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, DQO, DBO, Ag, Ba, Fe, Mn, Ni, Cr, Ca y sólidos sedimentables. Además, se compararon con la legislación vigente (NC 27/2012) encontrándose que las variables: DBO, DQO, conductividad eléctrica, pH y temperatura no cumplen con los límites máximos permisibles de esta norma.

Lo anterior demuestra la necesidad de establecer un sistema que reduzca el nivel de vinazas, así como el tratamiento de las vinazas antes de su emisión.

REFERENCIAS

1. Lezcano, P. and Mora, L. Las vinazas de destilerías de alcohol. Contaminación ambiental o tratamiento para evitarlo. VIII Encuentro de Nutrición y producción de Animales Monogástricos. Instituto de Ciencia Animal, 2011. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
2. Normalización, Comité Técnico. Norma cubana. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarrillado. Especificaciones. 2012, La Habana, Cuba.
3. Alfaro Portuguez, R. and Ocampo Chinchilla, R. Cambios físico-químicos provocados por la vinaza en un suelo vertisol en Costa Rica., Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA Costa Rica), 2012.
4. Ávila Sánchez, D. Recuperación por adsorción del potasio en vinaza cruda mediante el empleo de zeolita tipo clinoptilotita. Ingeniera Química Memoria descriptiva presentada en opción al título de máster en Ingeniería Ambiental, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2013.

5. Zuñiga Cerón, V. and Gandini Ayerbe, M. A. Caracterización ambiental de las vinazas de residuos de caña de azúcar resultantes de la producción de etanol. Revista Dyna, 2013, Vol. 80, Núm. 177, 124-131. ISSN 0012-7353.
6. Suárez Álvarez, G., R. Valdés Herrera, et al. Efecto de la temperatura y el período de oxidación sobre la demanda bioquímica de oxígeno de aguas residuales pesqueras. IV Taller Internacional Contaminación y Protección del Medio Ambiente. La Habana., CONyMA, 2013.
7. Aguirre, M. "¿Qué diferencia hay entre DBO y DQO?", 2013. visitado en octubre de 2014, en www.aguaydepuración.com.